N° 23 15 DÉCEMBRE 1936

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences chimiques.

Recherches récentes sur la déliquescence et l'efflorescence.

Les termes de déliquescence et d'efflorescence sont d'usage courant en chimie pour désigner la propriété que possèdent les corps cristallisés, soit d'absorber la vapeur d'eau atmosphérique, lorsqu'ils sont anhydres ou hydratés, soit de perdre une partie ou toute leur eau de cristallisation s'ils sont hydratés. Cependant ces termes sont d'une grande imprécision; ils ne sauraient caractériser un corps cristallisé déterminé puisque la propriété qu'il a d'être déliquescent ou efflorescent dépend de la tension de la vapeur d'eau dans l'atmosphère où il se trouve. Récemment M. Damiens a proposé d'adopter des définitions précises pour traduire la propriété qu'ont les corps cristallisés d'absorber ou de perdre de l'eau au contact de l'air. Dans le cas des sels anhydres, si l'on désigne par p la tension de vapeur de la solution saturée à une certaine température, et par P la tension de la vapeur d'eau saturante à la même température, l'expression :

$$Hc = \frac{100\,p}{P}$$

définit l'état hygrométrique critique tel que le sel anhydre sera stable pour tous les états hygrométriques inférieurs à Hc et deviendra déliquescent pour les états hygrométriques supérieurs. Dans le cas des sels hydratés, en désignant par p' la tension de dissociation du sel et par p la tension de vapeur de la solution saturée, on peut définir des états hygrométriques critiques :

$$H'c = \frac{100\,p'}{P}$$

et

$$Hc = \frac{100\,p}{P}$$

tels que le sel s'effleurira dans une atmosphère dont l'état hygrométrique sera inférieur à $H'c$ et sera déliquescent dans une atmosphère dont l'état hygrométrique est supérieur à Hc. Il est intéressant dans nos climats de connaître les valeurs des rapports précédents aux températures usuelles de 20 et de 25° pour un très grand nombre de substances, car pour ces températures, une simple mesure d'état hygrométrique permettra de savoir comment se comportera l'une de ces substances dans l'atmosphère envisagée.

On possède actuellement de telles données, grâce à M. Diesnis[1] qui a déterminé les tensions de dissociation et les tensions de vapeur de solutions saturées pour un grand nombre de sels choisis surtout parmi les produits chimiques utilisés en pharmacie; les résultats obtenus présentent un réel intérêt pour connaître les meilleures conditions de conservation de ces produits.

La mesure des tensions de vapeur à la température ordinaire où ces tensions sont toujours très faibles est théoriquement simple, mais présente de sérieuses

1. DIESNIS : *Contribution à l'étude de la déliquescence et de l'efflorescence.* Thèse de la Faculté de Pharmacie de Paris, 1935.

difficultés expérimentales dès qu'on désire obtenir quelques précisions. L'auteur a utilisé la méthode statique classique : la tension de vapeur est mesurée par un manomètre à mercure, toutes précautions étant prises pour éliminer les traces d'air qui pourraient fausser les déterminations et un thermostat assurant la constance de la température.

Le rapprochement des courbes de tension de vapeur relatives à divers sels hydratés a fait apparaître quelques remarques intéressantes. Ainsi pour un même sel alcalin, l'iodure est toujours plus sensible à l'humidité atmosphérique que le bromure, et celui-ci plus altérable que le chlorure. De même pour un métal alcalin donné, la solution saturée de nitrate a toujours à 20° un état hygrométrique critique Hc inférieur à celui de la solution saturée de sulfate. Cependant le classement par état hygrométrique croissant des solutions saturées à 20° des iodures, bromures, chlorures, etc., ne permet pas, pour des métaux différents, de retrouver toujours le même ordre lorsqu'on passe d'un dérivé halogéné à un autre dérivé halogéné, ou des acétates aux nitrates par exemple; c'est ainsi que pour les acétates, ceux de potassium, ammonium, sodium à 3 H^2O se suivent; au contraire, c'est l'ordre ammonium, sodium, potassium qui apparaît pour les nitrates.

La présentation des résultats numériques sous cette forme offre tout de même un intérêt pratique, puisqu'elle permet, par exemple, à un expérimentateur cherchant le nitrate le plus stable à l'air, de choisir immédiatement celui de potassium.

De même les mesures faites par M. Diesnis montrent que l'opinion souvent admise, selon laquelle un sel est d'autant plus altérable à l'humidité atmosphérique qu'il est plus soluble dans l'eau, doit être rejetée.

Deux produits galéniques de nature complexe, pourtant très différents l'un de l'autre, l'extrait d'opium et un catgut, se sont comportés d'une manière assez comparable aux sels hydratés. « Etendre notre travail, écrit l'auteur, au domaine de la pharmacie galénique ne semble dès lors pas impossible et permettrait d'être fixé sur le « seuil » à partir duquel le produit envisagé n'est plus conforme aux exigences du Codex. On serait ainsi amené à définir pour chaque substance, dans le groupe particulièrement important des extraits par exemple, un degré hygrométrique critique fixant la condition de parfaite stabilité. »

A. B.

§ 2. — Sciences naturelles.

Limnologie et Civilisation.

La limnologie, science qui a pour objet l'étude de tous les phénomènes dont les eaux continentales sont le siège, ne compte encore que quelques décades d'existence, mais ses progrès ont été tellement foudroyants qu'elle joue actuellement un rôle culturel extrêmement important, sur lequel un de ses Maîtres, le Prof. Aug. Thienemann, Directeur de la Station hydrobiologique de Plön, vient d'attirer l'attention du public[1].

I. *Limnologie appliquée.*

Les acquisitions de la limnologie permettent d'améliorer la production de plantes aquatiques utilisées pour l'alimentation, Riz, notamment; les limnologues ont contribué à attirer l'attention sur la valeur d'autres végétaux qui étaient négligés jusqu'à présent : notre vulgaire Roseau, *Phragmites communis*, a été utilisé en Allemagne pendant la guerre pour nourrir le bétail, pour faire de la filasse, voire pour fabriquer du sucre et de l'alcool; les épis de la Massette (*Typha*) fournissent une bourre qui remplace le kapok ; certaines plantes aquatiques (Characées) peuvent être employées comme engrais, d'autres servent à la confection de divers objets : nattes, claies, paillasses, etc.

Les limnologues indiquent aux éleveurs de Poissons des méthodes rationnelles qui leur permettent d'augmenter considérablement leurs récoltes : ils sont en train de révolutionner la pisciculture.

Les eaux douces sont la source de nombreux minéraux utiles (sable, gravier, kieselgur, travertin, tourbe, etc.), dont les limnologues étudient le mode de formation, la répartition, les propriétés.

D'autre part, la limnologie rend des services considérables à l'hygiène : recherche et adduction des eaux potables, évacuation et purification des eaux résiduelles, cycle évolutif de certains parasites. Les limnologues sont consultés aussi par les ingénieurs qui établissent des conduites d'eau, des digues, etc.

II. *Limnologie théorique.*

Si la limnologie appliquée permet d'améliorer la vie matérielle, la limnologie théorique contribue largement à rehausser la culture de l'esprit. Le limnologue fait appel aux disciplines les plus variées : géographie, géologie, chimie, physique, zoologie, botanique, physiologie, d'autres encore. Pour lui, il n'existe plus de cloisons entre ces différentes sciences ; il utilise leurs acquisitions si variées pour dégager des vues d'ensemble, distinguer les liens des choses et leur hiérarchie, faire des synthèses. Peu de chercheurs ont plus que lui l'occasion d'embrasser un aussi vaste domaine.

R.

1. Aug. Thienemann. *Die Bedeutung der Limnologie für die Kultur der Gegenwart.* 1 br. de 31 p., Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh. (1 M. 20).

REVUE ANNUELLE DE MÉCANIQUE

L'étude des propriétés des matériaux, qui est à la base de toute la mécanique pratique, et qui intervient de façon plus ou moins essentielle dans toutes les industries humaines, est un champ inépuisable de recherches.

L'un de ses chapitres principaux concerne les métaux, ce mot étant pris dans son sens le plus large, c'est-à-dire qu'il vise surtout les alliages, dont la recherche et l'élaboration sont avant tout orientées vers l'amélioration des propriétés mécaniques. Dans ce domaine, mécanique et métallurgie sont intimement liées. Les alliages légers à haute résistance connaissent un développement formidable, et débordent largement du domaine de l'aviation dont les besoins spéciaux les ont fait naître. Les évolutions spontanées que manifestent parfois les alliages d'aluminium ou de magnésium, et qui peuvent avoir évidemment les conséquences les plus sérieuses, font l'objet d'études intéressantes. Des efforts sont poursuivis en vue de déterminer dans quelle mesure le glucinium pourra apporter à son tour un appoint utile dans ce domaine. C'est son influence sur les propriétés des alliages auxquels il est incorporé qui apparaît comme le but immédiat des recherches : nous signalerons par exemple celles de M. Léon Guillet fils sur le module élastique des alliages de cuivre et de glucinium.

Une question essentielle pour les utilisateurs de tous matériaux métalliques, c'est celle des corrosions, qui se sont, surtout dans les débuts, manifestées particulièrement préoccupantes pour les alliages légers. Elle a provoqué la création, en liaison par le Ministère de l'Air et la Chambre Syndicale des Industries aéronautiques, d'une Commission d'étude de la corrosion des matériaux employés en Aéronautique, qui poursuit depuis plusieurs années déjà un travail fort utile sous la direction de Monsieur l'Inspecteur général Grard. Ce sont des questions qui relèvent de la physico-chimie plutôt que de la mécanique, mais elles ont une telle importance pour le constructeur qu'il importe d'appeler sur elles, tout spécialement, son attention.

Revenant aux propriétés mécaniques des métaux, nous signalerons le développement des procédés d'étude par la radiométallographie. Divers laboratoires consacrés à cette technique sont déjà en service en France et s'efforcent à rattraper l'avance prise à l'étranger. Nous signalerons en particulier une belle installation réalisée à l'Etablissement d'expériences techniques de l'Aéronautique d'Issy-les-Moulineaux. On sait que les applications des rayons X sont diverses et variées.

La plus ancienne est basée sur les explorations de l'intérieur des corps opaques pour la lumière ordinaire, grâce aux contrastes de leur transparence pour les rayons X ; elle a des applications mécaniques fort importantes pour la recherche des inclusions, fissures et défauts de fonderie dans les pièces métalliques. Pour les pièces épaisses, on est d'ailleurs amené à substituer aux rayons X les rayons très pénétrants émis par les corps radioactifs.

Une autre application, dont on sait le développement considérable depuis pas mal d'années déjà, c'est l'étude des anisotropies par les spectres de diffraction ; d'abord employée pour la détermination des réseaux cristallins, elle a maintenant des applications plus directement mécaniques dans l'étude des écrouissages, et elle concourt, avec les observations de transparence, pour le contrôle des soudures autogènes. L'observation des spectres de diffraction des rayons X permet encore des études du plus haut intérêt, comme il en est poursuivi entre autres à l'Institut polytechnique de l'Ouest, pour mettre en évidence, en opérant sur des fils monocristallins, les glissements qui se produisent quand apparaissent les déformations permanentes par traction.

Nous rappellerons enfin seulement pour mémoire, car elle sort de notre sujet, l'analyse chimique par les raies spécifiques (émission ou absorption) qui, contrairement aux procédés proprement chimiques, identifie les atomes présents dans les molécules sans avoir besoin de détruire celles-ci.

Si les métaux régnent en maîtres dans la cons-

truction mécanique, le béton prend une place de plus en plus prépondérante dans le Génie civil, où il lui faut d'ailleurs la collaboration du métal là où se produisent les efforts de traction auxquels il résiste très mal. Cela justifie la place prépondérante qu'occupe l'étude des propriétés du béton dans les travaux de l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics. Signalons en particulier des études importantes sur le rôle des vibrations dans le tassement du béton, sur l'influence des dimensions et de la forme des matériaux inertes mélangés au ciment, sur les contraintes provoquées par le retrait, sur les fissurations si dangereuses auxquelles elles peuvent donner naissance, sur l'emploi de précontraintes de compression desquelles viendront seulement se retrancher les tensions ultérieures dont on veut éviter les dangers.

La théorie du frottement et de l'équilibre des milieux pulvérulents, établie par M. Caquot, a fait l'objet de vérifications expérimentales fort intéressantes de M. Lehuérou Kérisel. Dans les mesures directes de frottement, on observe d'intéressantes irréversibilités liées à la création d'anisotropies, par orientation et usure, dues au glissement lui-même. Les mesures relatives à la stabilité des fondations sont effectuées sur un lourd cylindre vertical reposant par sa base dans une masse de sable très homogène, en enlevant progressivement du sable à la surface libre jusqu'à faire naître l'instabilité.

***

A la base de l'art de construire, le problème essentiel qui se pose, c'est de prévoir la répartition des contraintes intérieures qui seront provoquées par les distributions des forces extérieures susceptibles d'agir sur la construction.

Le calcul *a priori* de ces contraintes, simple dans le cas d'éléments linéaires réunis en assemblages isostatiques, est forcé de faire appel à des approximations souvent très trompeuses dans le cas d'assemblages hyperstatiques et de solides à deux ou trois dimensions.

On sait quels inestimables services peut rendre, dans le cas des systèmes à deux dimensions, la détermination expérimentale directe des tensions par les mesures photoélasticimétriques dont on doit l'utilisation industrielle à M. Mesnager. Ce procédé d'étude est très loin d'être effectivement utilisé dans la proportion où il devrait l'être, et il reste beaucoup à faire pour l'amener à tenir, dans l'activité des bureaux d'étude, la place essentielle qu'il devrait occuper. Les efforts de Mesnager dans cette voie sont continués au laboratoire de l'Ecole des Ponts et Chaussées par son collaborateur M. Tesar, non seulement en ce qui concerne la construction des grands ouvrages d'art, mais aussi en ce qui concerne la construction mécanique, en liaison avec l'Institut de mécanique de la Faculté des Sciences de Paris et les Services Techniques de l'Aéronautique.

La mesure de la biréfringence provoquée, en chaque point du modèle transparent, par l'anisotropie des tensions que l'on cherche à déterminer, donne la direction des tensions principales perpendiculaires l'une sur l'autre et la différence $N_1 - N_2$ de leurs valeurs. Pour évaluer d'autre part la somme $N_1 + N_2$, on peut mesurer la variation d'épaisseur qu'elle imprime à la lame qui constitue le modèle plan; mais cette mesure est difficile, et elle exige des lames dressées avec une grande précision, c'est-à-dire des modèles coûteux. On peut aussi calculer de proche en proche $(N_1 + N_2)$ en partant de points où sa valeur est connue : Sur les portions du contour du modèle où aucune force n'est appliquée $(N_1 + N_2)$ est égal à $(N_1 - N_2)$ car la force N_2 perpendiculaire à la frontière est nulle; sa valeur est donc donnée par la mesure de biréfringence. L'équation utilisée pour ce calcul des variations de $(N_1 + N_2)$ de proche en proche, est identique à celle qui donne les variations de proche en proche de la flèche d'une membrane élastique à tension constante soumise à la même pression sur ses deux faces; cela a conduit M. Supper à mettre au point un procédé indirect, original et très pratique pour déterminer les valeurs de $(N_1 + N_2)$. On construit une margelle, de base plane, dessinant le contour du modèle, et de hauteur égale en chaque point à la valeur de $(N_1 + N_2)$ en ce point; on applique sur cette margelle la membrane élastique; il suffit alors de mesurer, en un point quelconque, la flèche de la membrane, pour avoir la valeur de $(N_1 + N_2)$ au point correspondant du modèle. Pour réaliser une membrane à tension constante, on pourrait utiliser une lame capillaire d'eau de savon; c'est la première solution expérimentée, mais elle est d'un usage très incommode à cause de la faible stabilité de telles lames. Pratiquement, il est beaucoup plus commode d'utiliser une feuille de caoutchouc mince. Pour obtenir une tension pratiquement constante (ce qui est la condition du calcul), on impose à la feuille, avant de l'appliquer sur la margelle, une tension isotrope préalable, grande par rapport aux petites tensions variables qu'imposeront les déformations produites par la margelle; ainsi les variations de la tension globale deviennent assez petites en valeur relative pour être négligées avec une approximation acceptable.

Nous signalerons aussi, comme un exemple intéressant de cas où l'on est conduit à substituer à la mesure désirée une autre mesure, et où de grandes précautions sont nécessaires pour discuter les conclusions qu'on en peut tirer, les contrôles photoélasticimétriques effectués directement sur les ouvrages eux-mêmes. Par exemple, dans le cas d'ouvrages en béton, on peut, avant la prise, enchâsser à la surface du ciment, de petits témoins en verre, argentés au dos, que l'on pourra contrôler dans la suite par des observations de biréfringence. Cela permet de constater objectivement des modifications qui viendront à se produire dans la couche superficielle de l'ouvrage; mais l'interprétation quantitative des biréfringences observées exige de la prudence. Elles mesurent les tensions du témoin de verre, c'est-à-dire aussi les déformations qui lui sont imposées. Lorsqu'elles se modifient, elles manifestent donc des déformations du béton où elles sont enchâssées. Mais les tensions qu'elles mesurent sont celles d'un petit élément hétérogène, mis à la place d'une portion de ciment absente, et qui a des réactions élastiques très différentes. Cette hétérogénité locale peut altérer considérablement la distribution des tensions : celle que l'on mesure n'est pas celle qui existerait au même endroit dans la couche superficielle du béton si on lui avait conservé son homogénité.

La photoélasticimétrie, ainsi couramment appliquée à l'étude des tensions dans un système en équilibre, peut aussi étudier, au moyen de cinématographies rapides, des contraintes dynamiques, par exemple à la suite d'une percussion. La technique devient évidemment beaucoup plus difficile, mais elle est susceptible de fournir des renseignements extrêmement précieux; des recherches dans cette voie sont poursuivies à l'Institut de Mécanique de la Faculté des Sciences de Paris et à l'Institut polytechnique de l'Ouest à Nantes.

⁂

Dans la construction en béton armé, une technique fort intéressante se développe à la suite d'études de M. Freyssinet; c'est celle du béton « traité ». Elle consiste à maintenir, pendant la prise du béton, les ferrures très fortement tendues sur des bâtis convenables; après la prise, on supprime les tendeurs, et les tiges de fer exercent sur le béton qui les enrobe des efforts de compression considérables. Grâce à cette compression préalable, la pièce pourra travailler dans cette région à la tension sans que le béton ait à supporter effectivement des tensions qui le mettraient en danger. Une telle technique complique encore le problème des transmissions d'efforts entre le béton et les ferrures. On voit par exemple que la distribution des contraintes dans le béton sera très différente suivant que l'effort de compression lui est transmis par adhérence répartie tout le long des ferrures, ou par des têtes fixées aux extrémités des ferrures et noyées dans le béton; plus généralement elles dépendront de la manière dont l'effort total se répartit entre ces deux modes de transmission, qui peuvent intervenir simultanément.

Dans la technique des fondations sur pieux en béton, il y a lieu de signaler des essais relatifs à l'emploi de pieux à vis au lieu des pieux ordinaires, et d'intéressantes études relatives à l'auscultation des pieux ordinaires en cours de battage. Le moulage de pieux dans le sol même fournit encore une autre solution, très différente, qui paraît susceptible d'applications intéressantes.

Notons encore des expériences dignes d'attention de chauffage électrique du béton pendant la prise, par le passage du courant dans la masse elle-même, pour permettre la construction par temps de gel.

L'année qui s'achève a vu entrer en service normal les grands barrages hydrauliques de Marèges (sur la Haute-Dordogne) et de Chambon (sur la Romanche) en France, et, aux Etats-Unis d'Amérique, le barrage de Boulder, sur le Colorado, qui, avec ses 222 mètres de hauteur paraît battre tous les records.

Dans le domaine de la construction provisoire très rapide, on notera les résultats remarquables obtenus au moyen d'éléments standardisés constitués par des tubes de fer de diamètre uniforme, et des noix d'assemblage serrées au moyen de boulons. Ce procédé est de plus en plus employé pour la réalisation d'échafaudages, où il apporte, en même temps que la sécurité et la célérité dus à l'homogénéité des matériaux, et à l'interchangeabilité parfaite des éléments, un progrès fort appréciable au point de vue esthétique. On a vu un exemple remarquable de ce que permet de réaliser ce nouveau mode de construction volante, dans l'énorme tribune qui occupait, pendant les fêtes de Paris toute la place du Parvis Notre-Dame, pour les représentations théâtrales en plein air.

Le renforcement, ou l'agrandissement des grands ouvrages d'art, soulèvent des problèmes souvent plus complexes que ceux des constructions neuves. L'injection de ciment, pour obturer les fissures qui compromettent la stabilité des barrages

poids, est une opération relativement simple et déjà classique. Nous n'en dirons pas autant d'une opération de renforcement, aussi hardie qu'intéressante, réalisée avec un plein succès sur un barrage-poids en Algérie. Une série de puits étroits verticaux ont été creusés tout le long de la crête du barrage, pénétrant à travers toute la hauteur de l'ouvrage jusque dans la roche inférieure ; les têtes de puissants câbles d'acier ont été ancrées dans celle-ci par prise de béton; les extrémités supérieures de ces câbles ont enfin servi de points d'appui pour exercer, avec des vérins, sur la partie supérieure de l'ouvrage, de puissants efforts de compression verticale venant s'ajouter à son poids propre pour améliorer l'ancrage au sol.

L'élargissement du viaduc de Meudon présente un autre cas assez original de transformation d'ouvrage d'art. Il s'agissait de porter sa capacité à quatre voies ferrées parallèles au lieu de deux. Les fondations étaient, non seulement très peu chargées, mais aussi très larges, l'épaisseur des piliers (dans la direction perpendiculaire aux voies) présentant une variation accentuée de haut en bas. Ces particularités ont permis de ne pas modifier les fondations, et d'obtenir l'élargissement désiré en plaquant sur les deux faces de chaque pile des massifs de maçonnerie, d'épaisseur décroissante de haut en bas, fortement ancrés l'un à l'autre à travers l'ouvrage primitif.

La réalisation d'un tunnel routier à travers le massif du Mont-Blanc, bien qu'elle semble décidée en principe, n'a pas encore été engagée. La situation actuelle tant économique que diplomatique ne facilite évidemment pas de telles entreprises. La formule est toutefois assez intéressante pour provoquer d'autres projets de même nature; l'un d'eux est envisagé à travers le massif du Saint-Gothard (avec une longueur de 15 km), et un autre utiliserait simplement l'une des deux galeries du Simplon, en laissant à la circulation ferroviaire une seule des deux voies actuelles, laquelle semblerait pouvoir suffire à assurer le trafic.

⁂

Les travaux d'hydraulique appliquée de l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse se prolongent avec succès par des observations et applications en vraie grandeur, en particulier en ce qui concerne les régimes d'écoulement. On peut signaler en particulier les observations poursuivies au barrage de Vives-Eaux sur la Seine, qui confirment les prévisions des expériences de laboratoire sur modèles réduits. On notera aussi d'intéressantes utilisations des profils aérodynamiques pour la réalisation de piles de ponts, ou de piliers de barrages, à résistance minima.

Ce détail, parmi beaucoup d'autres, montre l'intérêt des directives suivies par le Ministère de l'Air, lorsque, pour provoquer l'essor des recherches d'aérodynamique, il a eu soin de ne pas dissocier la Mécanique des Fluides, en ses diverses branches, et s'est efforcé même de ne pas isoler cette nouvelle discipline des autres branches de la Mécanique. Avec son aide, l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse achève actuellement la construction d'une soufflerie aérodynamique dont la liaison intime avec ses installations d'études hydrauliques ne saurait manquer d'être féconde.

Parmi les travaux d'aérodynamique nous signalerons l'activité particulière consacrée à l'étude de la turbulence atmosphérique. C'est un problème extrêmement complexe, et la définition même de la turbulence n'est pas sans soulever de sérieuses difficultés. Elle est liée à diverses manifestations qui sont les taux de variation en fonction du temps de la vitesse de l'air (direction et grandeur) en un point, et les taux de variation des mêmes grandeurs en fonction des distances mutuelles des points considérés à un instant donné; ces deux éléments sont d'ailleurs liés l'un à l'autre par la vitesse de propagation de l'ensemble de la perturbation. Lorsque le point d'observation est non pas un point fixe, mais un point d'un aéronef, sa vitesse de translation propre intervient également comme un des éléments essentiels des manifestations observables en ce point. L'étude de la turbulence, dont l'intérêt au point de vue météorologique est évident, a besoin d'être poursuivie quantitativement d'une façon particulièrement précise pour prévoir les difficultés ou les dangers qu'elle peut introduire dans la navigation aérienne. L'élément le plus important à ce point de vue est l'estimation de la distance moyenne qui sépare deux points où les directions de la vitesse divergent au maximum l'une de l'autre à un instant donné; on caractérise ainsi l'échelle géométrique de la turbulence étudiée.

Si cette échelle est petite par rapport aux dimensions de l'avion, la turbulence provoquera des répartitions de petits efforts locaux, irrégulièrement distribués, avec des directions opposées les unes aux autres, dont la résultante globale et le moment résultant sur une aile seront l'un et l'autre à peu près nuls : la turbulence fine n'a pas d'influence gênante.

Si l'échelle de turbulence est au contraire grande par rapport aux dimensions de l'avion, les forces qui s'exercent à un instant donné sur celui-ci, sont à peu près parallèles les unes aux autres et cohé-

rentes. Elles donnent une résultante importante, mais un moment résultant très faible. La résultante varie en grandeur et direction en fonction du temps; cela impose à l'avion des accélérations irrégulières, très désagréables pour les passagers, et qui pourraient devenir dangereuses si elles faisaient perdre au pilote le contrôle de la manœuvre; mais elles ne seraient dangereuses mécaniquement par elles-mêmes que si leurs valeurs venaient à dépasser celles que l'appareil est susceptible de supporter, et cela supposerait des bourrasques d'une violence extrême.

C'est lorsque l'échelle de la turbulence et les dimensions de l'avion deviennent du même ordre de grandeur qu'il y a lieu surtout de craindre des conséquences mécaniques dangereuses parce qu'il se produira sur les ailes des couples importants réalisant des conditions de travail de leurs membrures très différentes de celles qui sont normalement prévues.

L'intérêt de ces questions est si évident, et leur étude si complexe, que le Service Technique et des Recherches scientifiques de l'Aéronautique a confié la coordination des recherches correspondantes à une commission spéciale. Présidée par M. Wehrlé, Directeur de l'Office national météorologique, cette Commission poursuit ses travaux avec les concours très actifs de la Section d'Aérodynamique du Service Technique lui-même, de l'Institut de Mécanique des Fluides de Lille, et du laboratoire de Mécanique des Fluides de l'Institut de Mécanique de la Faculté des Sciences de Paris.

***

Il n'y a pas de frontière nette entre la Mécanique des fluides compressibles et la Thermodynamique de ces mêmes fluides. La propagation de perturbations mécaniques s'accompagne de modifications de températures, d'ailleurs réversibles, produites par les compressions adiabatiques. Les dissipations d'énergie cinétique par frottements et tourbillonnements — ou, pour employer un terme plus général, par décoordinations — provoquent elles aussi des manifestations thermiques; mais celles-ci sont irréversibles. Si l'on voulait donner un sens un peu précis à la distinction entre ces deux termes, on classerait comme thermodynamiques celles des évolutions où de l'énergie thermique est créée dans le gaz par une disparition d'énergie chimique ou échangée entre lui et l'extérieur. En fait, dans l'étude des fluides gazeux, les deux disciplines sont intimement liées au point de n'en plus faire qu'une seule.

Ce point de vue est éclairé par exemple par les études de M. Vernotte sur les relations qui relient la conduction et la convection dans les échanges thermiques entre un solide et un gaz qui le baigne ou qui circule à son contact. Un avion propulsé par une tuyère thermopropulsive Leduc peut être considéré soit comme un planeur ordinaire muni d'un moteur thermique d'un genre particulier, soit comme un planeur complexe dont la traînée est rendue nulle par des apports de chaleur (ou plutôt des créations d'énergie thermique par réaction chimique) localisés en des endroits convenablement choisis de la surface aérodynamique que constituent les parois intérieures de la tuyère. Un autre exemple sera fourni encore par le problème fort intéressant de la suppression du recul des bouches à feu au moyen de déflecteurs destinés à orienter vers l'arrière la quantité de mouvement des gaz qui sortent du canon après le projectile.

On notera avec intérêt les conférences internationales poursuivies en vue d'arriver à une unification des symboles et des terminologies en Thermodynamique.

***

Par suite du développement progressif de l'emploi des moteurs à combustion interne dans la marine marchande, on peut actuellement évaluer environ à 10 millions de tonneaux, sur un total général de 60 millions, le tonnage ainsi propulsé. La récupération d'une partie appréciable de l'énergie de l'échappement au moyen de turbocompresseurs chargés de réaliser une suralimentation du remplissage en air frais se généralise sur les moteurs Diesel marins où elle permet d'augmenter dans des proportions fort notables la puissance d'un moteur donné.

On voit ici reprise industriellement, avec un succès considérable, une solution qui n'est rien autre que celle tentée pendant la guerre par Rateau et Bastiou, pour l'alimentation forcée des moteurs d'aviation à essence aux hautes altitudes. L'échec de cette tentative n'était pas dû d'ailleurs à des défauts de principe, mais à des difficultés pratiques liées en particulier à la tenue thermique des soupapes d'échappement : on tentait avec beaucoup de déboires de réaliser sur des moteurs très rapides, très poussés et très allégés, une adaptation qui réussit parfaitement sur les robustes moteurs industriels et marins. Il semble bien que, malgré les progrès réalisés depuis la guerre dans l'élaboration d'aciers capables de résister à de hautes températures, les difficultés n'ont pas encore pu être vaincues pour les moteurs d'aviations très poussés, car, malgré l'attrait que présente l'emploi de l'énergie gratuite

d'échappement, les compresseurs de suralimentation, qui se généralisent de plus en plus sur moteurs d'aviation, y sont toujours mus au moyen d'engrenages, en absorbant une fraction fort appréciable de la puissance brute du moteur.

Les efforts pour la mise au point de moteurs Diesel d'aviation sont poursuivis partout avec acharnement. Les mises en service commercial, de plus en plus nombreuses, de moteurs Junkers, permettent de considérer comme acquis, que le problème a dès maintenant reçu des solutions pratiquement viables.

Parallèlement sont poursuivies les études sur le moteur à explosion à huiles lourdes (Rochefort) : Il est à noter que l'on a là une solution particulièrement intéressante au point de vue de la possibilité d'utiliser les combustibles les plus variés. Dans les moteurs à inflammation spontanée, en effet, les qualités du combustible, en ce qui concerne spécialement la température d'inflammation, jouent un rôle essentiel pour le bon fonctionnement. Un Diesel bien réglé pour fonctionner au gas-oil, pourra par exemple mal fonctionner avec de l'essence, dont la température d'inflammation est plus élevée [1], et ne plus fonctionner du tout avec l'alcool, pour qui elle est plus élevée encore. Au contraire, dès que l'on a réussi à réaliser, par des pulvérisations convenables, un brouillard de combustible, même lourd, suffisamment fin et homogène pour pouvoir alimenter un moteur à explosion, la température d'inflammation ne pose plus aucun problème, puisque la déflagration est amorcée par une étincelle électrique à température extrêmement élevée.

Les études poursuivies par M. Serruys sur la détonation dans les moteurs à explosion lui ont permis de mettre en évidence, par l'exploration thermométrique des parois de la chambre d'explosion, et par le déplacement de la bougie d'allumage, une constatation essentielle pour l'interprétation de ce phénomène. L'échauffement maximum dû à la détonation se produit au point de la chambre diamétralement opposé au point d'allumage. C'est la confirmation objective de l'interprétation la plus naturelle de la détonation. Elle localise celle-ci dans la portion du mélange combustible qui, avant d'être atteinte par le front d'allumage, se trouve portée, par la compression adiabatique qu'exerce sur elle la dilatation des portions déjà brûlées, à un état de température et pression où la propagation détonante se substitue à la déflagration, parce que la moindre compression supplémentaire provoque l'inflammation spontanée. Celle-ci se propage mécaniquement tandis que l'inflammation par déflagration, se propage par conduction thermique.

La tendance à la détonation se trouve ainsi très directement liée aux valeurs plus ou moins élevées des températures d'inflammation du combustible employé. Cela est conforme, d'une manière générale aux observations de M. Aubert et de Mlle Estradéri. On ne peut d'ailleurs pas escompter un parallélisme rigoureux entre les conditions d'apparition de la détonation et les températures d'inflammation constatées par des mesures directes dans des conditions expérimentales très différentes. Ce qui intervient en effet, c'est non pas seulement la température d'inflammation du combustible considéré lui-même, mais, si elles sont plus basses, les températures d'inflammation des produits intermédiaires auxquels il peut donner naissance, soit par oxydation partielle ou transitoire, soit par décomposition. Un antidétonant apparaît alors comme un catalyseur négatif s'opposant à la naissance de produits intermédiaires à température d'inflammation basse. Ces produits intermédiaires peuvent être les peroxydes instables, auxquels on attribue un rôle prépondérant parce que l'on constate leur production dans des expérimentations directes où l'on peut même les isoler. Toutefois les vitesses d'écoulement que l'on est conduit à adopter dans ces expériences, pour les obtenir en quantités appréciables, peuvent donner à penser que leur production dans un cylindre de moteur à région rapide risque d'être négligeable. Cela conduit M. Serruys à croire qu'il y a peut-être lieu de chercher la cause des abaissements de limite de détonation plus dans les produits de décomposition par cracking que dans les peroxydes. C'est d'ailleurs une hypothèse susceptible de contrôles directs en étudiant l'action exercée sur le cracking par les produits connus pour leur action antidétonante; les expérimentations prévues dans cette voie peuvent apporter de nouveaux éléments précieux pour l'interprétation des phénomènes si complexes qui se produisent dans les moteurs à combustion interne.

Dans les moteurs à vapeur, un problème important au point de vue économique, exactement parallèle à celui qui a été envisagé plus haut pour les moteurs à combustion interne, c'est la récupération de l'énergie restante à l'échappement. La supériorité des turbines à vapeur sur les ma-

1. Notons ici une confusion fréquente, à éviter : quand on dit que l'essence est plus inflammable que le gas-oil, on veut dire en réalité qu'elle est plus volatile. Cela entraîne le danger que les vapeurs émises par elle aillent s'enflammer au contact d'un point en ignition situé n'importe où, même assez loin de la masse liquide dont elles provoqueront l'inflammation.

chines à réaction statique, c'est qu'elles permettent facilement, par l'addition de couronnes dont les sections utiles croissent comme le carré des dimensions linéaires, de pousser très loin la détente motrice. Dans les machines à cylindres et pistons, au contraire, même en employant l'expansion multiple, on est arrêté par le fait qu'on arriverait à des dimensions de cylindres inacceptables non seulement par leur encombrement, mais parce que les frottements y absorberaient une fraction exagérée du travail produit sur le piston par la vapeur à faible pression. Pour utiliser ce qui reste d'énergie, la seule solution pratique, c'est alors d'alimenter une turbine par l'échappement du cylindre où a lieu la dernière expansion.

On peut envisager — et c'est ce qui a été fait le plus souvent — d'utiliser simplement le travail de cette turbine indépendamment de celui de la machine principale. La dépendance mutuelle des deux éléments moteurs ainsi réalisés introduit toutefois des sujétions gênantes pour leur utilisation indépendante. On peut envisager aussi d'opérer comme dans le cas des turbocompresseurs de suralimentation des moteurs Diesel, c'est-à-dire de faire rentrer le travail récupéré par la turbine dans l'évolution motrice principale, en vue d'augmenter, pour une même consommation, la puissance de la machine complexe ainsi réalisée. Des solutions intéressantes de ce type, faisant agir des turbo-compresseurs sur le fluide moteur lui-même ont été réalisées avec succès.

Naturellement, ce n'est pas à l'origine (comme dans le cas des moteurs Diesel) que l'on élèvera la pression par le compresseur. Dans les machines à vapeur en effet, malgré l'avantage que présente, au point de vue du rendement thermique, l'élévation de la température de la chaudière, on est arrêté dans cette voie par les dangers qu'entraînerait l'élévation corrélative de la pression, conformément à la courbe des tensions maxima. Par contre, rien ne s'oppose à remonter la pression entre deux des cylindres successifs de la machine à expansion multiple. Pour ne pas augmenter inutilement les dimensions du compresseur affecté à cette fonction, on le fera intervenir naturellement dès la sortie du premier cylindre, où la densité de la vapeur est encore notable.

***

Les efforts relatifs à l'amélioration des formes, pour la réduction des résistances aérodynamiques, se généralisent en ce qui concerne les locomotives, comme ils se sont affirmés pour les automobiles. L'évolution qui en résulte dans l'aspect des machines s'impose d'ailleurs beaucoup moins vite à l'attention parce que la durée d'amortissement, et par conséquent celle du renouvellement du matériel, est une dizaine de fois plus élevée pour les locomotives que pour les automobiles. Malgré cette durée de vie relativement considérable, si l'on se représente que le nombre de locomotives en service en France n'est pas loin de 20.000 machines, avec des puissances et des tonnages sans cesse croissants, on se rend compte de l'importance du capital investi et du chiffre d'affaires relatifs à ce seul chapitre de l'activité ferroviaire.

L'industrie de la construction des locomotives subit d'ailleurs actuellement des restrictions particulièrement sensibles par suite du développement sans cesse croissant des automotrices, solution imposée de plus en plus aux réseaux de chemins de fer, comme seule capable de lutter contre la concurrence des transports automobiles sur les trajets secondaires.

Il est à noter que le succès de ce mode de transport, d'abord limité à des véhicules légers de très petite capacité, conduit à réaliser des automotrices à grande capacité, souvent accouplées, qui deviennent presque des trains légers. L'avenir auquel peut prétendre ce genre de véhicules stimule des efforts considérables dans l'étude de moteurs adaptés à leur exploitation économique. Après les moteurs à essence d'abord utilisés par une simple adaptation des solutions automobiles classiques, les moteurs à huiles lourdes, qui y ont été appliqués ont déjà pris une place prépondérante, et l'emploi de moteurs à gazogènes (bois, charbon de bois, anthracites artificiels...) y fait déjà l'objet d'expérimentations sérieuses.

***

Dans la traction automobile, c'est cette même question des carburants de remplacement qui reste de beaucoup le problème le plus important, non seulement au point de vue économique, mais aussi au point de vue national. Le moteur à essence est évidemment d'une commodité d'emploi inégalée; mais l'expérience a définitivement montré que des solutions autres sont dès maintenant parfaitement acceptables et devraient sans aucun retard, à titre de première phase des mesures indispensables à envisager, être généralisées au moins sur les camions. Il est inquiétant de voir à quel point le souci d'éviter la plus petite incommodité arrive à obnubiler l'esprit du consommateur au point de faire perdre de vue des problèmes aussi graves que celui-ci : Que deviendrait en cas de guerre et de blocus une nation dépourvue d'essence, dont toute la circulation au-

tomobile se trouverait suspendue aussitôt consommés ses approvisionnements ?

Il suffit de poser une telle question pour éprouver autant d'étonnement que d'angoisse en constatant que l'opinion ne s'en préoccupe nullement, et semble ignorer complètement les inquiétudes qu'elle devrait provoquer.

La première solution, basée sur l'emploi des essences synthétiques, est applicable lorsque l'on est assuré de ne pas manquer des combustibles naturels à partir desquels elles peuvent être fabriquées. Dans cette voie on a dépassé le stade des études de laboratoire pour aborder celui de la fabrication industrielle, avec la mise en service de trois petites usines. Elles représentent seulement, toutefois, une expérience industrielle, dont l'ordre de grandeur n'a rien de commun avec celui du volume total des besoins ; il n'y a rien de comparable à ce qui a été fait par exemple par l'Allemagne, qui semble à la veille de se suffire complètement à elle-même en ce qui concerne sa consommation d'essence.

Si l'effort à faire dans cette voie paraît trop lourd, par les sacrifices qu'il exige de l'Etat, pour être rapidement réalisable, il faut se tourner sans délai vers l'autre solution et multiplier les moteurs susceptibles de remplacer les actuels moteurs à essence.

Les moteurs Diesel ne résolvent pas la question, et ne font que la déplacer, en apportant toutefois une vaste extension aux possibilités de stockage. Les solutions véritables sont fournies par les moteurs à gazogènes, et aussi par les moteurs à gaz de ville comprimé dont les possibilités d'utilisation ont fait l'objet de très intéressantes études de M. Pignot. L'emploi du butane a été également préconisé.

Le moteur à explosion dit à huiles lourdes, dont on a parlé plus haut, qui est plus exactement un moteur à explosion où la carburation par volatilisation est remplacée par une pulvérisation très poussée applicable aussi bien aux combustibles non volatils qu'aux combustibles volatils, fournit aussi une solution intermédiaire intéressante. C'est le seul genre de moteur qui semble susceptible de fonctionner, sans aucune modification, avec n'importe quel combustible liquide, ou même gazeux, au gré des possibilités de ravitaillement.

⁂

L'opinion publique a suivi avec intérêt la compétition entre les paquebots *Normandie* et *Queen Mary* pour le record de vitesse dans la traversée de l'Atlantique. Si le *Normandie* s'est vu ravir le fameux trophée qui le sanctionne, les ingénieurs qui l'ont construit n'en ont pas moins la satisfaction de constater que, pour des dimensions identiques, le paquebot concurrent n'a pu dépasser, dans une proportion infime, la vitesse réalisée par lui qu'en utilisant une puissance motrice supérieur de 25 % à la sienne. C'est la plus belle démonstration des progrès réalisés dans l'étude de ses formes de carène. Les machines du *Normandie* comportent des possibilités d'augmentation de puissance qui lui permettraient dans ces conditions de reprendre la première place. Il y a lieu toutefois de noter que, au point où l'on en est arrivé, on paye des augmentations de vitesses insignifiantes en valeur relative (au point de n'avoir plus qu'un intérêt publicitaire) par des augmentations relatives très considérables de la puissance et par conséquent des frais d'exploitation.

Les réparations apportées au *Normandie* pour faire disparaître les vibrations très gênantes observées dans ses premiers voyages, ont eu un plein succès. On l'a obtenu en changeant les hélices pour changer la période des perturbations mécaniques qu'elles provoquent, et en imposant plus de rigidité à certaines sections auxquelles le souci de dégager complètement de vastes espaces libres intérieurs avait laissé une déformabilité exagérée. On a constaté les résultats remarquables que peuvent obtenir des interventions méthodiquement conduites, malgré les difficultés que présentent les calculs de prédétermination des périodes propres de résonnance dans les diverses parties d'une construction métallique complexe.

Pour mettre à profit les progrès réalisés dans l'étude des formes de carènes, et, dans certains cas, augmenter la capacité d'un navire tout en diminuant la puissance absorbée par sa propulsion, on a tenté avec succès un genre de transformations, beaucoup plus profondes, dont la hardiesse surprend lorsque l'on n'est pas familiarisé avec l'étonnante souplesse des procédés utilisés en construction métallique : on coupe la partie avant du navire, et l'on réunit les deux parties ainsi séparées en construisant une partie intermédiaire. C'est une opération de ce genre qui a été réalisée par exemple, avec plein succès, sur le paquebot *Jean-Laborde*.

⁂

Nous n'aborderons pas ici l'étude du matériel d'aéronautique, qui fera l'objet d'une Revue spécialisée.

⁂

Parmi les machines, en dehors des machines motrices qui fournissent l'énergie mécanique, une

classification logique pourra distinguer : les machines qui l'utilisent, parmi lesquelles figurent en particulier les machines-outils — et les machines qui la transmettent simplement des premières aux secondes en absorbant seulement le travail correspondant à leurs frottements propres.

Les machines de transmission peuvent être constituées de mécanismes, au sens propre du mot, c'est-à-dire d'éléments solides dont les mouvements sont liés les uns aux autres par des axes, des glissières, ou des engrenages. Ces mécanismes transforment les mouvements ; mais il est rare qu'ils transmettent l'énergie sur des distances notables. Les téléfériques sont un cas particulier exceptionnel de mécanismes remplissant cette fonction, sur des distances d'ailleurs assez limitées. La portée de 1.578 mètres réalisée au nouveau téléférique du Mont Revard est déjà considérée comme un beau record.

Les transmissions par fluides, ont une grande souplesse, grâce à la liberté qu'ils laissent de donner aux canalisations de transmission des formes quelconques, et aussi parce qu'elles permettent de faire varier de façon continue le rapport des vitesses des organes récepteur et transmetteur, dont les valeurs sont au contraire fixes dans les transmissions par engrenages. Les intéressantes expériences visant à mettre à profit cette dernière qualité pour substituer une transmission hydraulique à la boîte de vitesses des automobiles n'ont pas encore abouti à des applications effectives autres que celles d'expérimentation ; mais il y a lieu de signaler la mise en service d'automotrices de chemins de fer à moteurs Diesel et transmission hydraulique.

Les transmissions d'énergie mécanique par fluides peuvent porter sur des distances déjà notables, réalisées par exemple dans les distributions urbaines d'air comprimé. Il est à noter que, à côté de ces transmissions, fort anciennes déjà, on voit se développer actuellement des transmissions d'énergie thermique, dans les distributions urbaines de chauffage par la vapeur.

Mais, pour les transmissions d'énergie à grandes distances, seule la solution électrique est intéressante. Elle comporte un ensemble assez complexe, qui comprend : un alternateur, un transformateur éleveur de tension, une ligne, un transformateur abaisseur de tension, et des moteurs électriques. Quand on constate l'essor prodigieux pris par ces installations, et le rôle considérable qu'elles jouent dès maintenant dans l'économie générale, on est frappé d'étonnement par l'observation suivante : C'est seulement au cours de l'année qui s'achève qu'ont été célébrés simultanément les cinquantenaires du transport électrique de l'énergie, d'abord réalisé par Marcel Desprez avec le courant continu, et du transformateur de Gaulard, qui a permis les transports à très grandes distances sous des voltages très élevés, indispensables pour transmettre des puissances considérables et pour abaisser les pertes à des valeurs acceptables.

Les courants alternatifs ainsi utilisés posent des problèmes fort complexes, où interviennent au premier chef les capacités des lignes en même temps que leurs self-inductions. Il y a lieu de signaler à ce sujet une innovation hardie qui vient d'être tentée avec succès dans l'installation de transport à 220.000 volts du Rhin à Paris. La section d'arrivée de cette ligne est réalisée par câbles souterrains, qui n'avaient jamais été employés pour des voltages de cet ordre de grandeur.

C'est là le voltage maximum employé en France pour le grand réseau principal de transports d'énergie. On peut signaler qu'il est encore dépassé, en Amérique, dans la ligne de transport du Boulder à Los Angeles, où il atteint 287.500 volts.

⁂

Réservant le nom de *machines* aux dispositifs qui interviennent directement dans les processus d'utilisation de l'énergie mécanique, on donne plutôt le nom d'*instruments* aux mécanismes dont les fonctions sont autres, et où les consommations ou transmissions d'énergie sont négligeables, aussi bien en principe qu'en fait.

Deux types d'instruments interviennent comme des auxiliaires, avec des rôles importants, dans l'équipement des installations de production d'énergie, ce sont les *instruments de mesure* et les *automates*.

Les instruments de mesure fournissent simplement le contrôle des grandeurs dont il importe de connaître les valeurs pour régler correctement le fonctionnement de l'installation.

Leur utilisation exige non seulement de vérifier si leur étalonnage est exact, mais aussi de bien savoir ce que l'on mesure. Nous avons eu l'occasion plus haut de faire une observation à ce sujet relative au contrôle photoélasticimétrique des déformations superficielles d'un ouvrage. On peut faire des remarques de même nature en ce qui concerne par exemple les manographes.

On cherche à mesurer la pression dans un cylindre de moteur. Si le système élastique d'exploration est très simple et très stable et se réduit comme dans le manographe Labarthe à une la-

mello élastique, la flèche ou la courbure de celle-ci mesurera correctement la pression, si l'on sait se mettre à l'abri de variations thermiques du coefficient élastique ; la fidélité de l'appareil sera alors celle du dispositif de mesure photo-électrique instantanée de la courbure de la membrane. Les manographes oscillographiques basés sur la variation de résistance d'une pile de rondelles de charbon sur lesquelles appuie la membrane (dont on a encore signalé récemment de nouveaux modèles) sont *a priori* une solution beaucoup plus sujette à caution, parce que l'on ne sait pas au juste ce que l'on mesure. Les variations de résistance au contact sont un phénomène complexe, et dont la stabilité est par elle-même douteuse. Mais même si l'on admet qu'elle soit une fonction bien déterminée de la pression supportée par la pile de rondelles, cette pression n'est pas celle qui s'exerce sur la membrane, puisque la réaction élastique de celle-ci s'interpose entre les deux. La loi qui les relie l'une à l'autre est sujette à des altérations, car les rondelles de carbone ne sont pas un système élastique précis et stable comme la membrane métallique : Si elles subissent, par écrasement ou usure, une petite altération d'épaisseur, cela modifiera la position de la membrane correspondant à une valeur donnée de la pression qu'elles supportent, c'est-à-dire que cela modifiera, pour une indication donnée de l'appareil, la valeur réelle de la pression que l'on a la prétention de mesurer.

Les automates ont un rôle plus complexe. Ils comportent un ou plusieurs organes récepteurs dont la fonction est analogue à celle des instruments de mesure, et des organes actifs qui ont pour mission de provoquer, par des contacts électriques ou des servomoteurs, les interventions de réglage qu'appellent les variations des grandeurs que contrôlent les organes récepteurs.

La réalisation d'automaticités presque totales dans le réglage des centrales électriques est déjà classique. On commence à réaliser, bien que les problèmes soient nettement plus difficiles, des automaticités aussi complètes dans le réglage des centrales thermiques.

Les dispositifs d'asservissement gyrostatique utilisés par M. Beghin, pour conserver un plan de repère horizontal sont un autre exemple intéressant d'automates.

L'activité sans cesse croissante de la circulation automobile dans les villes conduit à y faire appel à des systèmes de signalisation automatique qui doivent résoudre des problèmes beaucoup plus complexes que ceux de la signalisation ferroviaire. L'automate qui règle la signalisation d'un carrefour simple en faisant connaître, au véhicule qui atteint une de ses quatre pédales, si la voie est libre ou non, doit déjà discriminer des cas assez nombreux. Chacune des pédales doit fournir des signaux différents suivant qu'elle est traversée dans l'un ou l'autre sens de circulation ; elle doit donc comporter deux éléments capables de provoquer des réactions mécaniques différentes suivant l'ordre de succession de leurs impulsions.

On arrive même à réaliser des signalisations automatiques pour carrefours multiples, dont on peut voir un exemple intéressant place de la Trinité à Paris. Plusieurs automates se transmettent mutuellement des ordres dus à la combinaison des impulsions élémentaires des pédales de contrôle qui commandent chacun d'eux. Les résultats obtenus par ces mécanismes complexes paraissent très encourageants.

*

L'une des observations les plus frappantes auxquelles conduit une étude comme celle que nous venons d'esquisser succinctement, c'est le constant souci des hommes d'augmenter sans cesse leur confort et leurs commodités de toute nature, accompagné d'un souci non moindre de réduire sans cesse tous leurs efforts physiques.

Les lecteurs du si remarquable ouvrage du Dr Alexis Carrel pourront se demander si ce double souci n'est pas doublement dangereux pour l'avenir de l'espèce humaine ; mais, dans l'état actuel des choses et des mentalités, il ne semble pas qu'on doive prévoir aucune réaction, bien au contraire.

Cela donne, au problème de la bonne gestion des réserves d'énergie, toute son importance.

Le souci de ne pas les gaspiller, surtout dans un pays comme le nôtre, où la production de houille est très nettement inférieure aux besoins actuels, nécessitant de très importantes importations, devrait provoquer un effort général pour développer l'utilisation de l'énergie électrique, partout où cela est possible, aux lieu et place du charbon et du gaz d'éclairage. Cette orientation systématique de la consommation devrait être poursuivie jusqu'à ce qu'elle absorbe toute l'énergie hydraulique susceptible d'être recueillie en France, alors qu'elle absorbe à peine actuellement toute celle qui est dès maintenant aménagée.

J. Villey,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

NATURE, ORIGINE ET CAUSE DE LA TUBERCULOSE

NATURE ET ORIGINE DU BACILLE DE KOCH

La tuberculose pulmonaire considérée par Laënnec et par les cliniciens de la première moitié du siècle dernier comme la conséquence, la suite des inflammations chroniques du poumon est attribuée depuis les travaux de Villemin, en 1865, à l'action d'un virus tuberculisant; le fait de la reproduction des lésions tuberculeuses chez les animaux par inoculation de matière tuberculeuse a fait admettre, bien que ne le démontrant pas directement, que la tuberculose est contagieuse dans les conditions habituelles de vie de l'homme.

La découverte du bacille tuberculeux par Koch en 1882, puis sa culture, ont fait conclure à peu près universellement que la tuberculose résulte de l'action propre du bacille de Koch et que celui-ci pénètre dans l'organisme par contagion.

Malgré ces faits qui, il faut le reconnaître, paraissent constituer des preuves de tout premier ordre, les objections élevées jusqu'ici contre la notion de contagiosité font pressentir qu'il existe dans nos connaissances sur la tuberculose des contradictions et des lacunes d'une importance capitale. Voici un exemple de celles-ci :

Auguste Lumière a établi que la proportion de 11 % admise pour la contagion chez les conjoints de tuberculeux « démontre péremptoirement que la contagion conjugale n'existe pas ».

D'un autre côté, la tuberculinoréaction montrerait que chez les enfants de 8 à 15 ans et chez les adultes, *réputés sains*, environ 90 % des sujets réagissent positivement, c'est-à-dire sont *bacillaires latents*, ce qui signifierait que la contagiosité de la tuberculose est si forte qu'aucun humain ne peut l'éviter. Cette contradiction prouve qu'il manque pour l'interprétation exacte de ces faits des connaissances d'une importance probablement capitale.

De certaines des recherches exposées dans un ouvrage publié en 1926 [1], j'avais déjà conclu, parmi d'autres principes nouveaux, que l'origine du virus tuberculeux était autogène et que le développement de la tuberculose était spontané.

Etant en connaissance, d'autre part, des lacunes et erreurs évidentes qui existent dans l'étude du développement de la tuberculose, j'ai acquis la conviction qu'une étude réalisant le déterminisme complet de l'évolution du tissu tuberculeux était nécessaire.

La description de cette étude et de ses résultats a fait l'objet d'un 2e volume qui fait suite à celui de 1926 [2].

Les faits dont l'existence et la signification ont été démontrées dans cette étude sont en désaccord profond avec les notions enseignées actuellement sur la tuberculose; je tiens à préciser ici que les notions que j'apporte sont des faits matériels et que c'est avec des notions hypothétiques et non vérifiées que ceux-ci sont en désaccord, mais non pas avec d'autres faits matériels.

Je sais que des connaissances nouvelles de cette nature sont toujours difficilement admises, aussi est-ce pour cette raison que j'ai résolu de soumettre la question à tous les milieux scientifiques et notamment au corps médical tout entier.

⁂

Passons maintenant aux démonstrations. J'attire d'abord l'attention sur ce fait que, dès le début et jusqu'au moment où on assistera, pour ainsi dire, à la naissance du bacille de Koch, je n'énoncerai pas une seule hypothèse; je n'exposerai que des faits matériels qui ont été fixés d'une façon rigoureusement exacte par la photographie.

Pour réaliser mon étude, je m'y suis pris de la façon suivante : j'ai examiné et déterminé quels sont les divers éléments du tissu tuberculeux et j'ai étudié chacun d'eux avec le projet de réaliser, de façon aussi précise que possible, le déterminisme de sa constitution, de son origine, et de son évolution complète. J'ai ainsi étudié successivement : les cellules embryonnaires, les cellules épithélioïdes, les cellules géantes, la trame ou gangue intermédiaire entre les éléments précédents, puis les cellules de l'épithélium pulmonaire.

Toutes les recherches ont été faites sur des préparations (coupes) de tissu tuberculeux du poumon de l'homme traité exactement et, je tiens

1. « Constitution des organismes animaux et végétaux. Causes des maladies qui les atteignent. » Paris, 1926. Laboratoire de Physiologie générale du Muséum.

2. « Cause et nature de la tuberculose. Origine et nature du bacille de Koch. Source originelle des virus. » 1936, Ouvrage comprenant 60 planches en phototypie.

à le préciser, suivant la technique classique pour de telles recherches : fixation par le liquide de Bouin ou une solution de formol à 10 %, traitement par l'alcool absolu, puis par le toluène et inclusion à la paraffine; coloration des coupes par l'hémalun ou par l'hématoxyline ferrique suivie de différenciation par la teinture d'iode et ensuite par d'autres colorants, fuschsine de Ziehl, rubine, etc.

Maintenant examinons successivement, chacun des éléments du tissu tuberculeux.

Cellules embryonnaires.

On les décrit comme de petites cellules rondes de 5 à 8 µ de diamètre. Leur origine est controversée; les uns les considèrent comme dérivant des éléments du tissu conjonctif, d'autres comme des cellules lymphatiques sorties des vaisseaux par diapédèse pour venir phagocyter les bacilles tuberculeux.

En étudiant ces éléments, j'ai observé et fixé quatre faits nouveaux qui établissent leur nature; les voici :

1° Ces éléments naissent à l'extrémité d'un pédicule émanant d'un faisceau de fibres. Ce pédicule a la forme d'une massue terminée par une boule; un examen plus attentif montre qu'il est un élément en forme d'haltère, c'est-à-dire un bâtonnet portant une boule à chaque extrémité.

2° C'est l'une des boules de cet haltère qui, en grossissant, devient la cellule embryonnaire; ayant 1 µ au début, cette boule arrive à la grosseur de 5 à 8µ, et même davantage par la suite, comme on le verra plus loin, puisqu'elle peut devenir une cellule épithélioïde; tous ces états intermédiaires de la cellule embryonnaire sont visibles dans les préparations.

La cellule embryonnaire *ainsi formée et développée sur place* par un élément en haltère n'est donc ni un lymphocyte ni un élément du tissu conjonctif.

Le faisceau de fibres auquel est relié l'haltère formateur de la cellule embryonnaire est l'un des tractus qui constituent la gangue ou trame intermédiaire.

3° La cellule embryonnaire naît également, et de même par un haltère formateur, sur la paroi de la cloison interalvéolaire quand les cellules épithéliales dégénèrent et tombent dans les cavités alvéolaires; il se développe ainsi un nombre considérable de cellules embryonnaires; c'est un véritable foisonnement. Cette cloison comporte une carcasse formée de tractus anastomosés dont les éléments formateurs sont des éléments en haltère; c'est sur ces tractus que naissent les haltères formateurs des cellules embryonnaires.

4° Les cellules embryonnaires naissent également sur les cellules épithéliales en voie de dégénérescence et tombées dans les cavités alvéolaires; elles sont formées dans ce cas par les haltères qui sont eux-mêmes les éléments constitutifs des cellules épithéliales.

Voici donc établies les origines des cellules embryonnaires; elles naissent toujours par un élément en haltère émanant, soit d'un tractus de la trame intermédiaire, soit de la trame fondamentale de l'alvéole pulmonaire, soit d'une cellule épithéliale; en réalité, cette origine est la même, ces trois parties étant constituées par des éléments identiques, les éléments en forme d'haltère; ce fait sera démontré ultérieurement. Quand ces éléments formateurs dégénèrent, leur organisation se détruit, mais leurs éléments formateurs, les haltères, dont l'assemblage se disloque, restent vivants, continuent à évoluer et forment des cellules embryonnaires.

Trame intermédiaire.

La trame ou gangue intermédiaire est le réseau de tractus inclus entre les divers éléments cellulaires qui existent dans le tissu tuberculeux. Elle revêt la forme de tractus ramifiés, anastomosés et formant en quelque sorte un tissu réticulé ou aréolaire à grosses mailles dans lesquelles sont logés les éléments cellulaires.

Ces tractus ont les origines suivantes :

1° Les uns sont des rameaux formés par la trame de soutien des cloisons interalvéolaires. Ces tractus donnent naissance sur leur trajet à des cellules embryonnaires.

2° D'autres sont les *expansions* des cellules géantes, rameaux qui, comme les précédents, donnent naissance à des cellules embryonnaires.

3° D'autres enfin, et les plus nombreux, sont formés par les cellules embryonnaires dont les éléments constitutifs en haltère forment, en se multipliant, des filaments qui, groupés, constituent la plus grosse masse des tractus de la trame intermédiaire.

Ces tractus de différentes origines se ramifient et s'anastomosent entre eux, *ce qui signifie qu'ils ont tous la même constitution élémentaire;* en effet, ils sont constitués exclusivement par des haltères.

Insistons sur ce fait très important pour expliquer l'extension du tissu tuberculeux, que si les cellules embryonnaires donnent naissance à des tractus de la trame intermédiaire, ceux-ci forment à leur tour de nouvelles cellules embryonnaires.

Cellules épithélioïdes.

Elles ont toutes pour origine les cellules embryonnaires. Les unes proviennent du développement d'une seule cellule embryonnaire; d'autres naissent par coalescence de plusieurs cellules. Ces faits sont déjà connus.

La cellule épithélioïde est constituée par des éléments en haltère qui deviennent assez nettement visibles en les colorant par l'hémalun, la fuchsine de Ziehl, etc. Quand la cellule est vieille, le bâtonnet de ces éléments en haltère prend un aspect granuleux quand on le colore par la fuchsine de Ziehl ou même l'hémalun, ce qui signifie que la chromatine qu'il contenait, régulièrement répartie, n'y existe plus que sous la forme de granulations séparées par un espace clair. Sous cette forme, il a l'aspect typique du bacille de Koch, mais il est muni, à chaque extrémité, d'une boule qui lui donne la forme d'un haltère. Nous verrons plus loin que c'est bien là, en réalité, le bacille de Koch.

Cellules géantes.

On les considère comme formées par la fusion de plusieurs cellules, d'origine conjonctive pour certains auteurs, épithéliales ou lymphatiques pour d'autres.

A leur périphérie, elles possèdent une couronne de noyaux qu'on croit être ceux des cellules fusionnées. La partie centrale de la cellule est formée par un tissu qui, suivant certains auteurs, est réticulaire, c'est là que s'amassent les bacilles de Koch que, croit-on, la cellule géante a pour rôle de détruire.

Les faits que j'ai observés et dont j'ai fourni les preuves photographiées nous apprennent :

1° Que les noyaux périphériques des cellules géantes sont des cellules embryonnaires ordinaires nées et développées sur place et que, comme celles-ci, ils sont composés d'éléments en forme d'haltère.

2° Que les haltères de ces noyaux se multiplient et donnent naissance à des filaments qui, par leur anastomose et leur intrication constituent le tissu aréolaire interne de la cellule.

3° Que les bacilles de Koch que contient la cellule géante sont des éléments en forme d'haltère et qu'ils sont ses propres éléments formateurs. L'évolution des cellules embryonnaires décrite plus loin en fournira une autre preuve formelle.

4° Que les expansions périphériques de la cellule sont constituées par le même tissu aréolaire de la partie centrale dont elles ne sont que la continuation.

5° Que, sur ces expansions, naissent des cellules embryonnaires identiques aux noyaux périphériques.

6° Que ces expansions se ramifient et s'anastomosent avec les tractus de la trame ou gangue intermédiaire et qu'elles contribuent à former la masse de cette dernière.

Cellules épithéliales.

Les cellules épithéliales desquamées dans les alvéoles pulmonaires sont incluses dans la matière tuberculeuse.

On admet que la matière tuberculeuse est constituée par tous les éléments qui occupaient le lieu où elle s'est formée et, en plus, par tous les éléments venus d'ailleurs (lymphocytes, par exemple) ou développés sur place.

L'étude de ces cellules a fourni les notions nouvelles que voici :

1° Les cellules épithéliales sont formées à l'origine par un ou plusieurs rameaux composés d'éléments en haltère et émanés d'un réseau de tractus qui constitue la trame de soutien ou trame fondamentale de la cloison interalvéolaire.

2° Le ou les rameaux formateurs s'enroulent en spirale pour constituer la partie extérieure de la cellule. Ce rameau spiralé donne naissance, à l'intérieur, à des éléments en haltère dirigés vers le centre de la cellule et qui constituent un tissu aréolaire formant le corps de celle-ci.

3° Quand les cellules épithéliales dégénèrent, c'est leur organisation seulement qui disparaît; les éléments en haltère qui les constituent restent vivants. La preuve en est fournie par l'examen et la photographie des cellules épithéliales en voie de dégénérescence et désorganisation; on y voit certains des haltères constituants développer l'une de leurs boules en cellules embryonnaires.

4° On doit donc déduire de ces observations que les cellules épithéliales de la cloison interalvéolaire du poumon sont constituées, *comme tous les éléments du tissu tuberculeux* par des éléments en haltère formant un tissu aréolaire. Il résulte d'autre part de ces faits que c'est le même élément originel, l'haltère de la trame fondamentale de la cloison interalvéolaire qui est l'origine de la formation, soit de la cellule épithéliale normale du poumon, soit de la cellule embryonnaire accidentelle destinée à remplacer la cellule épithéliale détruite, soit des cellules épithélioïdes et géantes et de la trame intermédiaire formant le tissu tuberculeux et dérivant de cellules embryonnaires.

***

Parvenus à ce point de l'étude du tissu tuberculeux, nous constatons :

1° Qu'il est constitué par les cellules embryonnaires et par le produit de leur évolution, cellules épithélioïdes, géantes et trame intermédiaire ; il s'y ajoute les débris des cellules épithéliales desquamées et dégénérées.

2° Que les cellules embryonnaires sont formées à l'origine par les haltères des éléments de la cloison interalvéolaire, cellules épithéliales et trame fondamentale.

3° Qu'en résumé, la totalité du tissu tuberculeux provient donc de l'évolution anormale des haltères constitutifs normaux du tissu pulmonaire. Il est donc un tissu anormal formé par des éléments qui, à l'origine, étaient normaux.

Ainsi, voilà l'origine, la nature et la formation du tissu tuberculeux entièrement connues, expliquées, démontrées par des faits matériels photographiés, sans qu'il ait été besoin d'invoquer l'action du bacille de Koch.

Comme ce bacille existe en principe dans toute lésion tuberculeuse, comme on peut l'isoler et le cultiver, il est indispensable, pour que l'évolution de la lésion tuberculeuse soit claire et compréhensible, pour que sa nature et son origine soient établies, que la nature, l'origine et le rôle du bacille de Koch, ses relations avec le tissu tuberculeux soient déterminés. Ces notions ont pu être acquises par l'étude de l'évolution des cellules embryonnaires.

***

Evolution des cellules embryonnaires.

Il a été démontré plus haut que c'est l'une des boules d'un élément en haltère d'un tractus ou d'une cellule épithéliale qui donne naissance à une cellule embryonnaire.

Les faits exposés précédemment nous ont déjà appris qu'en évoluant les cellules embryonnaires deviennent des cellules épithélioïdes, ou forment les tractus de la trame intermédiaire du tissu tuberculeux ou encore le tissu réticulé intérieur des cellules géantes et leurs expansions.

Voyons maintenant comment s'effectue cette évolution de la cellule embryonnaire et ses différents aspects.

La photographie de cellules embryonnaires en voie de développement a montré que c'est, à peu près sûrement, par des phénomènes de karyokynèse que se produit l'évolution de la cellule embryonnaire ; quand elle atteint la grosseur de 5 à 8μ, on la voit constituée par des éléments en haltère affectant une disposition telle que leur formation par voie karyokynétique ne semble pas douteuse ; il en résulte que ces éléments en haltère sont, en somme des chromosomes.

Faisons ici une remarque d'une portée générale. Dans les éléments anatomiques de toute nature, certains auteurs ont considéré les granulations qu'ils contiennent comme des mitochondries ; d'autres ont affirmé que les mitochondries sont des éléments en forme de bâtonnet. L'étude des cellules embryonnaires et épithélioïdes démontre que les mitochondries sont, en réalité, des éléments en haltère constitués par un bâtonnet de longueur et grosseur variables portant une boule ou granulation à chaque extrémité ; cette étude montre également que ces bâtonnets en haltère sont, en réalité, des chromosomes et que leur rôle est de constituer, par leur agencement, la charpente des éléments anatomiques.

L'examen de la matière caséeuse permet une observation fructueuse de l'évolution des cellules embryonnaires ; pour cette étude, il convient de la prendre dans les tubercules ramollis dans les petites cavernes de 2 ou 3 millimètres de diamètre.

Dans cette matière caséeuse, on trouve des cellules embryonnaires et épithélioïdes à des états très divers de développement ; on y remarque très facilement que les cellules épithélioïdes contiennent des bacilles de Koch typiques, mais que ceux-ci possèdent une boule à chacune de leurs extrémités, c'est-à-dire qu'ils sont des éléments en haltère.

On y remarque que les cellules embryonnaires forment, à leur périphérie, des éléments en haltère et que ceux-ci sont également des bacilles de Koch typiques. Certaines cellules embryonnaires donnent naissance à 5 ou 6 bacilles de Koch qui ont la position d'épingles piquées sur une pelote ; l'une des boules des haltères est encore incluse dans la cellule embryonnaire, ce qui montre bien que l'haltère extérieur naît d'un haltère intérieur. D'autres fois, ce ne sont pas des bacilles isolés, mais des filaments bacillaires, qui peuvent être très longs, qui naissent sur les cellules embryonnaires. Il peut naître ainsi toute une touffe de filaments bacillaires. Examinant en détail ces filaments bacillaires, on voit qu'il présentent, de place en place, les boules des haltères.

Enfin, dans une préparation de matière caséeuse d'une caverne, on remarque une quantité considérable de bacilles de Koch libres et si on les examine avec soin, après coloration convenable, on voit que beaucoup d'entre eux sont pourvus d'une ou de deux boules terminales, c'est-à-dire qu'ils sont des éléments en haltère.

Ainsi, ces faits, démontrés avec précision par des photographies nombreuses démontrent :

1° Que le bacille de Koch est un élément en haltère.

2° Qu'il est formé par multiplication des haltères des cellules embryonnaires, ceux-ci étant eux-mêmes des bacilles de Koch émanés de l'haltère formateur de la cellule, lui-même bacille de Koch.

L'haltère formateur de la cellule embryonnaire provenant lui-même, à l'origine, soit des cellules épithéliales de l'alvéole pulmonaire, soit de la trame fondamentale de la cloison interalvéolaire, comme cela a été établi, on voit que la filiation complète du bacille de Koch est ainsi établie depuis son origine première.

***

Rapports du bacille de Koch avec le tissu tuberculeux et son rôle dans la formation de ce tissu.

Nous allons maintenant préciser les rapports du bacille de Koch avec le tissu tuberculeux lui-même. Cette étude est grandement facilitée par la connaissance de la formation du bacille de Koch par les haltères de la cellule embryonnaire et par les divers autres faits déjà exposés et démontrés antérieurement.

Les observations suivantes complètent les notions déjà acquises.

1° Si on colore fortement par la fuchsine de Ziehl une coupe de tissu tuberculeux, puis qu'on la décolore par l'acide sulfurique jusqu'à ce que les bacilles de Koch acido résistants restent vivement colorés et tranchent sur le reste du tissu encore assez coloré pour l'observer et le photographier, on remarque que les bacilles de Koch très colorés sont situés soit dans les cellules embryonnaires, épithélioïdes ou géantes, *soit dans les tractus de la trame intermédiaire.*

2° On remarque en plus que ces bacilles sont le plus souvent pourvus de boules à leurs extrémités et ont la forme d'haltère.

3° Un examen plus attentif montre que, dans les cellules embryonnaires et épithélioïdes et partout dans la trame intermédiaire, il existe d'autres bacilles en forme d'haltère identiques aux précédents, mais colorés moins vivement en rouge, et d'autres encore à peine colorés en rose. Il est connu et admis que les bacilles qui ne se colorent plus sont aussi bien des bacilles de Koch, mais en état de régression. Les éléments en haltère diversement colorés et presque incolores qu'on observe dans toute l'étendue du tissu tuberculeux sont donc des bacilles de Koch au même titre que ceux qui sont fortement colorés. Soit par l'examen microscopique direct du tissu tuberculeux, soit par l'examen des photographies (au grossissement de 1.000 à 1.200) de ce tissu, on observe ainsi assez facilement *que la totalité* du tissu tuberculeux est formée d'éléments en haltères c'est-à-dire de bacilles de Koch.

4° L'observation montre dans les coupes convenables et convenablement colorées que les travées sont formées par des filaments en haltère *émis par les cellules embryonnaires,* et que *c'est la multiplication des haltères de celles-ci qui crée la presque totalité de la trame intermédiaire du tissu tuberculeux.*

La signification de ces faits est :

1° Que le bacille de Koch n'existe pas plutôt dans un élément du tissu tuberculeux que dans un autre : il existe toujours et partout dans toute son étendue; *il est son élément formateur exclusif.*

2° Que l'haltère formateur originel du tissu tuberculeux est la mitochondrie primordiale en haltère des cellules embryonnaires; celles-ci procèdent à la formation des cellules épithélioïdes et géantes et à celle de la trame intermédiaire; cet haltère formateur originel est, si l'on remonte plus haut, celui qui constitue le pédicule formateur des premières cellules embryonnaires. Ce pédicule qui est déjà un bacille de Koch provient, comme il a été démontré plus haut, des cellules épithéliales de l'alvéole en dégénérescence ou de la trame fondamentale des cloisons interalvéolaires. La nature, l'origine et toute la filiation du bacille de Koch sont ainsi établies.

Le bacille de Koch dérive donc des mitochondries en haltère normales qui constituent les cellules épithéliales et autres éléments du tissu pulmonaire.

3° Le tissu tuberculeux provient donc en totalité de l'évolution des cellules embryonnaires.

4° Les premières cellules embryonnaires formées à l'origine des lésions tuberculeuses naissant bien certainement, comme il a été montré, soit sur des cellules épithéliales de l'alvéole en dégénérescence, soit sur la trame fondamentale de la cloison interalvéolaire en voie de désorganisation, on voit que la naissance et l'évolution des cellules embryonnaires *constitue toute l'histoire de la tuberculose, et est toute la tuberculose.*

Ajoutons que les premières cellules embryonnaires ainsi formées paraissent avoir pour rôle la réparation de la paroi alvéolaire et le remplacement des cellules épithéliales détruites. Ceci est appuyé par le fait que, dans le tissu tuberculeux, des cellules embryonnaires se transforment en cellules épithélioïdes. C'est vraisemblablement par ce procédé qu'est réalisée la réparation des parois alvéolaires à la suite des lésions congestives et pneumoniques. Si les cellules embryonnaires formées pour la réparation remplissent leur rôle il y a guérison; si elles ne le remplissent pas elles

évoluent d'une façon différente et procèdent à la formation du tissu tuberculeux.

Ainsi apparaît la cause originelle du développement de la tuberculose et du tissu tuberculeux. Un autre facteur paraît exercer son action sur cette cause originelle : l'hérédité ; la détermination de l'influence de ce facteur est du ressort de l'observation clinique.

***

Le développement de la tuberculose résulte, non de contagion, mais de la multiplication anormale d'éléments normaux de l'organisme atteint.

Par tous les faits qui viennent d'être exposés, il est donc démontré que le développement de la tuberculose est dû à la formation autogène du bacille de Koch. Celui-ci naissant dans l'organisme animal même par la multiplication de l'élément constitutif fondamental des éléments anatomiques en souffrance et dégénérescence, la mitochondrie en haltère, *il suffit, pour qu'une lésion tuberculeuse débute et évolue, qu'une région subisse une altération qui provoque la dégénérescence des éléments anatomiques ;* toute lésion du tissu pulmonaire, même traumatique, peut donc être la cause originelle de la tuberculose. C'est ce que la clinique a établi jusqu'ici.

***

Identité des caractères du bacille de Koch dans ses cultures pures, in vitro, et dans l'organisme animal.

Toutes les notions exposées jusqu'ici impliquent ce fait que si, dans les cultures pures de bacille de Koch ce dernier possède des caractères morphologiques autres que ceux qui viennent d'être décrits, il n'y aura pas évidence que l'élément en haltère constitutif du tissu tuberculeux est le bacille de Koch.

Une étude ayant pour but spécial cette confrontation a été faite sur des cultures de tuberculose traitées exactement comme on le fait pour un fragment de tissu tuberculeux dont on fait l'examen histologique microscopique.

Les résultats de cette étude ont été des plus concluants. Dans les cultures, le bacille de Koch est un élément en forme d'haltère, absolument identique à la mitochondrie en haltère du tissu pulmonaire. Il n'est pas le bâtonnet granuleux simple et régulier que l'on a décrit ; il porte à chacune de ses extrémités une boule. Mais celle-ci, généralement peu ou non colorable par la fuchsine de Ziehl, peut échapper à l'observation si on n'est pas prévenu de son existence ; et, d'autre part, les boules terminales paraissent se détacher assez facilement des extrémités quand les bacilles sont mis en mouvement et séparés les uns des autres.

Cette recherche montre que, même dans la culture *in vitro*, hors de l'organisme, la mitochondrie en haltère des éléments anatomiques, dont l'évolution constitue le bacille de Koch et le tissu tuberculeux, conserve intégralement sa forme primordiale.

***

Le virus tuberculeux est un virus autogène formé par les éléments normaux de l'organisme.

La série des faits matériels exposés jusqu'ici établit la nature, la source originelle et la filiation complète du bacille de Koch, produit de l'évolution des mitochondries en haltère des éléments anatomiques et établit également la nature et l'origine de la tuberculose.

Le rôle du bacille de Koch dans la formation du tissu tuberculeux et le mécanisme de celui-ci sont des plus simples ; on comprend pourquoi le bacille de Koch existe toujours dans les lésions tuberculeuses puisqu'il est leur élément formateur ; pourquoi ces lésions peuvent guérir complètement : c'est le retour de la mitochondrie bacille de Koch à son rôle normal ou même simplement l'arrêt de sa multiplication anormale.

Ainsi est également éclairé ce fait que les bacilles d'origine humaine, bovine, aviaire, etc. possèdent des propriétés spécifiques qui permettent de les distinguer et qui correspondent évidemment aux différences spécifiques qui existent entre les mitochondries normales de l'organisme de ces animaux.

Les faits qui établissent la nature, l'origine et la filiation du bacille de Koch, c'est-à-dire du virus tuberculeux, constituent la première démonstration directe de la *création d'un virus autogène dans l'organisme animal* par la matière vivante qui constitue ses éléments anatomiques. Les faits que j'ai établis antérieurement montrent que la source originelle du virus tuberculeux est l'élément constitutif fondamental de la charpente cellulaire des éléments anatomiques, la mitochondrie en haltère.

Dr J. Tissot,

Professeur de Physiologie générale
au Muséum national d'Histoire naturelle.

L'INDICE D'OXYGÉNATION DANS LES EAUX MARINES

I. — L'oxygène dissous dans l'eau de mer et la méthode de Winkler.

En dehors de l'oxygène de combinaison, les eaux marines contiennent en proportions variables, à toute profondeur et à tout degré thermique ou halin, de l'oxygène en dissolution.

Par sa généralité, ce fait est d'une très haute portée pour l'océanographie physique et biologique. Il a été reconnu dès le début de l'étude scientifique des mers, c'est-à-dire dès qu'il a été admis que la vie animale existait à tous les niveaux et jusque dans les profondeurs abyssales. Car le maintien de la vie exige, pour les animaux marins aussi bien que pour les animaux terrestres, une consommation permanente d'oxygène que ce gaz dissous dans l'eau peut seul fournir.

Mais, pendant le quart de siècle qui suivit l'expédition du *Challenger*, on ne disposait pas de moyens suffisamment précis pour doser l'oxygène dissous. La chimie océanographique était encore dans l'enfance. Elle s'est développée relativement tard. Il semble bien, pourtant, que ce soit à elle qu'il appartient de nous donner la solution de nombreux problèmes où se confrontent le monde inorganique et le monde organique.

Ce n'est qu'en 1901 que fut trouvée une méthode facile et sûre pour la détermination de l'oxygène dissous dans un échantillon d'eau de mer : c'est la méthode de Winkler. Voici quels en sont les principes essentiels, débarrassés des équivalences et des formules chimiques qui ont été exposées en détail par J. P. Jacobsen et M. Knudsen dans le *Bulletin de l'Institut océanographique* de Monaco [1].

A une quantité connue d'eau de mer on ajoute de la soude caustique et de l'iodure de potassium, puis du chlorure de manganèse avec un peu d'acide chlorhydrique concentré.

Du mélange de ces deux réactifs naît un précipité d'hydroxyde de manganèse. Quand on agite la bouteille fermée, ce précipité absorbe la quantité d'oxygène dissoute dans l'eau et se transforme partiellement en trihydroxyde de manganèse. Pour doser l'oxygène fixé par l'opération, on ajoute de l'acide chlorhydrique; on obtient du chlorure de manganèse, et en présence de l'iodure de potassium se dégage la quantité d'iode équivalente à la quantité d'oxygène qui était dissoute dans l'eau. Cette quantité d'iode est déterminée par titrage avec une solution de thiosulfate de soude.

On obtient ainsi la quantité absolue d'oxygène dissous dans l'échantillon, donnée d'ordinaire en cm³ par litre d'eau de mer.

On peut aussi, et on le fait souvent, évaluer le degré de saturation, c'est-à-dire, dit Jacobsen, « la proportion entre la quantité d'oxygène qui se trouve dans l'eau de mer et la quantité qui pourrait s'y trouver si l'eau était saturée d'oxygène », proportion donnée en pourcentage de saturation. Le degré de saturation varie avec la pression, avec la salinité, et surtout avec la température. Plus la salinité et la température sont basses, plus l'eau de mer peut absorber une grande quantité d'oxygène. A 0° et à 20 ‰ de chloruration, elle n'est saturée qu'à 7 cm³ 92 par litre. A + 25° et à la même chloruration, elle est saturée à 4 cm³ 85.

Si le pourcentage de saturation révèle au point de vue chimique d'intéressantes relations, ce sont les valeurs absolues de l'oxygène dissous qui méritent en première ligne, tant au point de vue de la circulation qu'à celui de la biologie marine, d'être considérées. Aussi ce sont ces valeurs qui sont généralement adoptées, dans les efforts statistiques faits depuis quelques années pour déterminer, à l'aide de la méthode de Winkler, les quantités d'oxygène dissous tant en surface que dans les profondeurs des mers, et pour en tirer les résultats qu'elles doivent donner au point de vue de la physique et de la biologie de l'Océan.

Avant 1914, ce fut Brennecke qui eut le premier, au cours des explorations du *Planet* dans l'Atlantique (1906-1909), le mérite d'attirer l'attention des océanographes sur l'indice d'oxygénation et sur l'importance qu'il pouvait prendre pour l'étude des mers.

Ses déterminations faites en surface et en profondeur au moyen de la méthode de Winkler le convainquirent, non seulement de la généralité de l'oxygénation, mais des diversités que présentait le phénomène. Les ruptures d'équilibre d'un isobathe à l'autre entre les quantités d'oxygène dissous l'amenèrent à penser que de telles ruptures pouvaient servir, aussi bien que les indices thermiques et halins, à définir la circulation profonde. Mais l'argument biologique le fit hésiter, comme il a fait hésiter son commentateur O. Krümmel [2]. En effet, la quantité d'oxygène dissous est en rap-

1. J. P. Jacobsen et M. Knudsen : *Dosage de l'oxygène dans l'eau de mer par la méthode de Winkler* (*Bull. Instit. Océanogr. Monaco*, n° 390, 30 mai 1921).

2. O. Krümmel : *Handb. der Ozeanogr.* 2te Aufl., 1911. II 618.

port avec l'activité des organismes planctoniques : le phytoplancton accroît l'oxygène par le processus qu'on appelle aux Etats-Unis *the photosynthetic process*; le zooplancton le consomme, donc le diminue. Brennecke inclinait par suite à penser que c'est seulement dans les couches profondes, au-dessous de 400 mètres, où le phytoplancton disparaît, que les variations de l'oxygène dissous pouvaient indiquer des ruptures d'équilibre et des mouvements de circulation. En fait, il paraissait plus simple et plus sûr, comme Krümmel est porté à le croire, de déterminer les mouvements profonds au moyen des seuls indices thermiques et halins; lorsque A. Merz dressa en 1925 le plan de recherches de l'expédition du *Meteor*, il ne songeait encore qu'à ces indices pour définir dans l'Atlantique les caractères essentiels de la circulation profonde.

Mais l'application de la méthode de Winkler prit presque soudainement une grande extension en Europe et aux Etats-Unis. Il n'est pas excessif de dire qu'il en résulta l'ouverture d'un nouveau champ de recherches, où l'océanographie physique et l'océanographie biologique sont assez étroitement associées : communauté qui fait le grand intérêt des observations et des inductions nouvelles, et qui en fait aussi la grande difficulté.

Les recherches principales ont été faites dans l'Atlantique par les savants allemands, et dans le Pacifique par ceux des Etats-Unis. Les unes et les autres diffèrent assez notablement par leur orientation. Nous verrons s'il est possible de les concilier.

II. — Observations dans l'Océan Atlantique.

L'estimation de l'oxygène dissous, à toute profondeur, a tenu une grande place dans les observations de l'expédition atlantique allemande du *Meteor*, de 1925 à 1927.

Entre 64° lat. S. et 20° lat. N. c'est-à-dire dans l'Océan Austral et l'Atlantique intertropical, le *Meteor* a fait 310 stations océanographiques sur 14 *profils* ou itinéraires traversiers. A toutes ces stations ont été faites, à toutes les profondeurs, des évaluations de l'oxygène dissous.

Le chimiste de l'expédition, H. Wattenberg, avait sur la valeur de cet indice des idées très précises, bien différentes des hésitations de Brennecke. « Pour comprendre la circulation, dit-il dès le début de ses *Rapports*, la teneur en oxygène de l'eau de mer donne une aide importante, elle fortifie les résultats de la température et de la salinité; elle les complète là surtout où ces caractères sont aux limites de leur activité »[3].

Wattenberg s'est expliqué d'une façon un peu plus claire, et en tout cas plus développée, dans une communication adressée en 1928 à la Conférence océanographique de Berlin.

« La solubilité de l'oxygène dans l'eau, dit-il, dépend étroitement de la température : des couches chaudes de surface sous les tropiques, par exemple, contiennent seulement [en saturation] la moitié de la quantité d'oxygène dissoute dans les eaux polaires. L'eau de profondeur doit provenir de la surface, puisqu'elle contient de l'oxygène dissous; il est donc clair que par sa teneur en oxygène l'eau de fond se caractérise en rapport avec la région thermique marine de surface d'où elle provient. Cela fait présumer que la teneur en oxygène ne varie pas trop rapidement en relation avec la *vitesse* du courant profond. La salinité, en revanche, peut nous révéler un tel courant [au point de vue de la vitesse] d'une manière bien plus ample que l'oxygène... Par contre, l'oxygène, en raison, par exemple, de la consommation croissante par les bactéries, donne des présomptions au sujet de la *force* [intensité] du courant. Les deux facteurs, la salinité et l'oxygène, se totalisent donc d'une manière excellente pour des informations sur la circulation de profondeur »[4].

On voit que la conception de Wattenberg sur la répartition de l'oxygène dissous est presque exclusivement dynamique. Elle ne fait guère intervenir le facteur biologique qu'à propos des bactéries. Wattenberg voit dans les eaux pauvres en oxygène des eaux stagnantes; les eaux riches sont animées de mouvements plus ou moins sensibles, que l'on définit au moyen des deux facteurs combinés : salinité et oxygène.

En suivant les observations de Wattenberg pas à pas, le long des profils du *Meteor*, on voit comment ces points de vue se sont fixés dans son esprit.

A l'extrême sud, dans l'Océan Austral, le point de vue biologique s'impose encore à lui au point de vue de la déficience d'oxygène qu'il constate aux nappes de démarcation des courants profonds. Entre ces courants il constate des *minima* très nets d'oxygène, c'est-à-dire, selon lui, des strates liquides depuis longtemps séparées de la surface, « où l'oxygène est épuisé pour la plus grande partie par la respiration du plancton animal et par l'oxydation des substances organiques »[5].

A mesure qu'il avance dans ses observations, H. Wattenberg donne de plus en plus à l'oxygéna

3. H. WATTENBERG : *Bericht über die chemische Arbeiten* (Zeitschr. der Ges. für Erdk., 1926, n° 1, p. 65).

4. H. WATTENBERG : *Die chemischen Arbeiten der Deutsch. Atl Exp.* Verhandl. der ozeanogr. Konferenz (23-26 mai 1928). Zeitschr. der Ges. für Erdk. Ergänzungsheft 3, p. 98.

5. H. WATTENBERG : *Ber. über die chemische Arbeiten* (Zeitschr. der Ges. für Erdk. 1926, n° 5-6, p. 267-268).

tion une valeur positive d'ordre dynamique. Pour les profils VI à XI, entre le Cap de Bonne Espérance et Freetown, l'oxygénation devient un caractère essentiel du courant intermédiaire antarctique (de 300 à 800 mètres) et du courant de profondeur nord atlantique (vers 1.500 mètres), dans la partie occidentale de l'Océan, tandis que dans la partie orientale les basses valeurs trouvées à des profondeurs égales dénotent des masses d'eaux presque stagnantes, « dont la teneur en oxygène se renouvelle très lentement »[6].

Quand Wattenberg arrive aux profils XII-XIV, de 0° à 20° lat. N., où il constate non sans étonnement que la quantité d'oxygène dissous diminue très vite en subsurface (dès 200 mètres), jusqu'à 500 mètres, il en conclut de suite que le courant intermédiaire est devenu très faible. A la vérité, il reconnaît que des causes biologiques, telles que la richesse du plancton, peuvent intervenir pour expliquer la déperdition d'oxygène. Mais il n'en persiste pas moins à faire de cette déperdition un caractère essentiel de la circulation profonde[7].

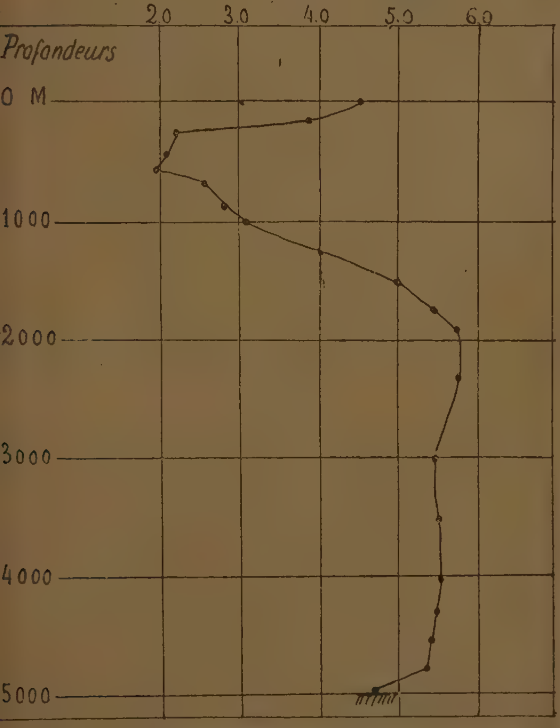


Fig. 1. — Indice d'oxygénation dans l'Atlantique équatorial, d'après H. WATTENBERG.

Les vues de Wattenberg ont été adoptées et même fortifiées par G. Wüst dans l'ingénieux travail où il essaie de définir les strates liquides maîtresses (*Kernschichten*) de la circulation profonde atlantique[8].

Wüst donne à l'oxygénation dans les couches profondes une valeur positive, puisqu'il se fonde essentiellement sur elle pour la définition de ce qu'il appelle, dans l'Atlantique, les *eaux profondes moyennes* et les eaux *profondes inférieures*. Il est vrai que Wüst semble apporter peu d'attention au déficit d'oxygène reconnu par Wattenberg tout près du fond de l'Océan, dans les latitudes intertropicales : il y a là pourtant une des observations les plus remarquables recueillies par le *Meteor*[9].

Wüst, d'autre part, s'élève avec raison, à notre sens, contre la vue qui interpréterait les eaux *à peu près* stagnantes, pauvres en oxygène, comme des eaux complètement *fossiles*, immobilisées depuis une époque géologique ancienne, selon l'hypothèse dernièrement formulée à plusieurs reprises par Ed. Le Danois[10]. Dans les mers existent, non seulement une symbiose, mais une synergie qui n'est jamais et nulle part en repos.

Cependant, le point de vue dynamique des océanographes allemands paraît trop absolu. D'intéressantes expériences faites par les Norvégiens dans l'Atlantique nord montrent combien l'indice d'oxygénation est sensible aux contingences biologiques.

En 1931, le navire scientifique *Johann Hjort* fit des déterminations d'oxygène en surface et en profondeurs moyennes. Après l'analyse, les échantillons furent mis à l'ombre pendant trois semaines; puis l'indice d'oxygénation fut de nouveau déterminé. Il donna des résultats sensiblement différents.

Je prends par exemple deux séries de mesures faites par le *Johann Hjort*.

La première fut faite le 16 mars 1931 au large d'Aalesund, entre les débouchés du Stor Fjord et du Romsdal Fjord, par 62°26' lat. N., 5°57' lg. E. Dix analyses d'oxygène dissous, de la surface à 300 mètres, donnèrent des quantités allant de 6 cm³ 99 à 6 cm³ 50 par litre. Trois semaines plus tard, les analyses ne donnèrent plus que 6.57 à 6.05, soit des diminutions de 0.32 à 0.45[11].

6. H. WATTENBERG : *Ber. über die chemische Arbeiten* (Zeitschr. der Ges. für Erdk, 1927, n° 3, p. 138-140).

7. H. WATTENBERG: *Ber. über die chemische Arbeiten* (Zeitschr. der Ges. für Erdk. 1927, n° 5-6, p. 309-315).

8. G. WÜST : *Die Tiefenzirkulation in Raume der Atlantischen Ozeans* (Die Naturwissenschaften, 1936, Heft 9).

9. Voir fig. 1.

10. V en dernier lieu Ed. Le DANOIS : *La mer milieu de survivance géologique* (Revue maritime, mars 1936).

11. Conseil perm. pour l'exploration de la mer. *Bulletin hydrographique pour l'année 1931*, Copenhague, 1932, p. 110

Le 23 avril 1931, dans la mer de Norvège, par 68°55' lat. N., 12°45' lg. E., au large et à l'ouest des Lofoten, on fit quinze analyses, entre la surface et 630 mètres de profondeur, avec des valeurs allant de 7 cm³ 62 à 6 cm³ 94 par litre. Trois semaines après, les analyses ne donnèrent que 6.22 à 5.99, soit des diminutions de 1.40 à 0.95 [12].

Tel avait été le résultat de l'action des micro-organismes du plancton animal, dès que l'action réparatrice de la lumière et de la communication avec la surface, le *processus photosynthétique* des Américains, avait cessé de se faire sentir. Par là on peut déjà inférer, non seulement que le comportement biologique présente la plus grande importance pour la répartition de l'oxygène dissous dans l'eau de mer, mais que cette répartition peut dépendre de forces qui font sentir directement leur action de la surface en profondeur, c'est-à-dire dans le sens vertical. Au reste, cette manière de voir n'est pas complètement rejetée par G. Wüst. Mais elle peut avoir des conséquences ruineuses pour les conceptions généralement admises en Allemagne sur la circulation marine profonde.

III. - Observations dans l'Océan Pacifique.

Les observations efficaces dans l'Océan Pacifique ont commencé à peu près en même temps que celles du *Meteor* dans l'Atlantique. Elles ont eu, au début, un caractère plus discursif et moins systématique. Elles ne prétendaient pas donner une vue générale de ce qui se passait dans l'ensemble de l'Océan, dont la grande étendue opposait un obstacle difficile à vaincre.

En 1925, Johs. Schmidt compara l'oxygénation des eaux du Pacifique et celle de l'Atlantique, des deux côtés du canal de Panama. Il trouva l'oxygénation du Pacifique beaucoup plus faible à partir de 50 mètres de profondeur. Il estima même que de 400 à 500 mètres, du côté du Pacifique, dans le golfe de Panama, il n'y avait plus d'oxygène du tout. L'oxygène reparaissait ensuite en profondeur, quoique en quantité moindre que dans l'Atlantique.

Mais l'itinéraire du *Dana*, de 1929 à 1930, de Panama à la Nouvelle Calédonie, permit de reviser ces données. Le *Dana* trouva à 400 mètres, dans le golfe de Panama, 0.04 cm³ par litre. L'hypothèse d'une eau marine totalement désoxygénée en profondeur, — qui aurait été vraiment *l'eau fossile* — disparut. Le *Dana* constata une saturation croissante d'E. en O.; elle monta de 25 % à l'E. à 45 % à l'O.; où elle demeura pratiquement stable, à 2.000 mètres de profondeur, sur 55 degrés de longitude [13].

Avec un plan plus vaste, le bateau non-magnétique *Carnegie* étudia aussi l'oxygénation des eaux du Pacifique en surface et en profondeur, au nord et au centre de l'Océan, au cours de sa dernière exploration malheureusement terminée par la catastrophe d'Apia, îles Samoa (1929).

Le *Carnegie* trouva, en général, une concentration moyenne en surface, et plus forte vers 50 mètres de profondeur, là où la phytoplancton est encore abondant. Vient ensuite une couche de décroissance très rapide où le minimum est atteint vers 1.000 mètres de profondeur, puis, jusqu'au fond de l'Océan, une augmentation progressive de la quantité d'oxygène, sans que celle-ci atteigne nulle part les chiffres de surface et de subsurface [14].

De San Francisco à Honolulu, le *Carnegie* trouva 4 à 5 cm³ dans les eaux de surface, 5 à 6 et plus de 6 en subsurface. La quantité diminua ensuite, jusqu'à devenir inférieure à 0.5 cm³ vers 1.000 mètres; mais jamais on ne trouva l'eau complètement désoxygénée. L'oxygénation augmenta ensuite en profondeur, jusqu'à atteindre 3,1 à 3,4 cm³ entre 4.000 et 5.000 mètres [15].

C'est seulement au N. de 20° lat. N. que s'établit cette échelle. Dans la région équatoriale, et spécialement sur le parcours du courant nord équatorial et du contre-courant, la couche du minimum d'oxygène se trouve beaucoup plus près de la surface.

Il y a aussi une autre constatation qu'il faut retenir, malgré les grandes lacunes des observations : car sur cette constatation s'accordent les océanographes du *Carnegie*, du *Dana* et des bateaux scientifiques japonais.

Dans la partie orientale du Pacifique, jusqu'à une grande distance au large, la couche pauvre en oxygène est très épaisse. A l'ouest, elle s'amenuise beaucoup, notamment au-dessous du Kuro-Shio, et les valeurs absolues des quantités d'oxygène dissous sont plus élevées en profondeur.

Ainsi se dessine, entre l'est et l'ouest de l'Océan, un contraste analogue, en profondeur, à celui que les explorations du *Meteor* nous ont révélé dans l'Océan Atlantique.

Sur un champ moins large, au N.-E. du Pacifique, des études minutieuses ont été faites de 1932

12. *Id.* p. 113.

13. Th. G. THOMPSON et autres : *Distribution of dissolved oxygen in the north of Pacific Ocean* (J. Johnston's Memorial volume, Liverpool, 1934, p. 203-236).

14. C. VALLAUX : *L'Exploration de l'océan Pacifique, recherches récentes d'Océanographie physique* (Ann. Inst. Océanogr. nouvelle série, t. XIII, fasc. 3, 1933).

15. V. fig. 2.

à 1933 par le bateau *Catalyst* de l'Université de Washington[16].

Au large de l'état de Washington ont été reconnues au-dessous de la surface trois couches d'oxy-

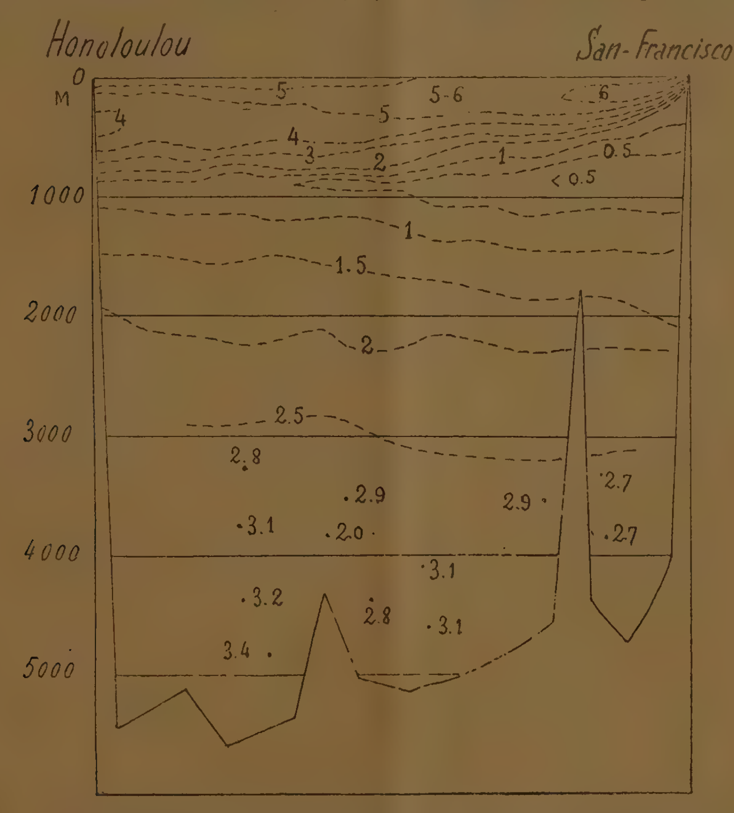


Fig. 2. — Oxygénation du Pacifique, entre Honoloulou et San Francisco, d'après le *Carnegie*.

génation : une où le *processus photosynthétique* arrive au maximum entre 25 et 50 mètres; une seconde couche où l'oxygène décroît rapidement, jusqu'au minimum placé vers 1.000 mètres; enfin, toute la couche profonde où la quantité d'oxygène augmente graduellement vers le fond.

Plus au nord, au large du cap Spencer en Alaska, la décroissance d'oxygène devient très marquée vers 200 ou 300 mètres; elle se ralentit ensuite, mais ce n'est qu'à 1.900 mètres qu'elle parvient au minimum. Enfin, au S. des Aléoutiennes et dans la mer de Bering, où existent en surface de grandes variations saisonnières, le minimum de concentration d'oxygène se trouve à 800 mètres, sauf en août où il est à 1.000.

Il faut remarquer que les observations faites au large du cap Spencer sont les seules où, après la couche oxygénée minima, on n'a pas constaté un relèvement de la quantité d'oxygène en profondeur.

En rapprochant ces observations, faites au N.-E. du Pacifique, de celles qui ont été faites dans le Pacifique intertropical et dans l'Atlantique, on arrive à des conclusions sans doute provisoires, mais intéressantes : d'abord, la concentration d'oxygène dissous est partout inférieure, dans le Pacifique, aux chiffres qu'elle atteint dans l'Atlantique; ensuite, d'une manière générale, dans l'un comme dans l'autre Océan, la couche du minimum d'oxygène se rapproche de la surface, à mesure que l'on avance vers les basses latitudes.

Les océanographes des Etats-Unis se sont attachés aussi, plus qu'on ne l'a fait pour l'Atlantique, à déterminer les relations de l'oxygène dissous avec d'autres éléments constituants de l'eau de mer, tels que l'acide carbonique, les phosphates et les silicates.

Les relations en profondeur de l'oxygène et de l'acide carbonique donnent en particulier matière à des comparaisons suggestives. La décroissance rapide de l'oxygène dissous en profondeur, au large des côtes du Washington et de l'île Vancouver, est accompagnée d'une croissance non moins

16. Th. G. THOMPSON et autres: *Distribution of dissolved oxygen in the North Pacific Ocean* (J. Johnston's Memorial, Liverpool, 1934, p. 203-236).

rapide de l'acide carbonique jusque vers 1.000 mètres de profondeur; plus bas, les deux courbes conservent à peu près la même orientation, au moins jusqu'à 2.000 mètres [17].

Th. G. Thompson dit à ce propos : « La relation marquée entre la concentration d'oxygène dissous et l'acide carbonique, spécialement dans la zone intermédiaire du minimum d'oxygène, indique que la diminution d'oxygène résulte presque entièrement de l'oxydation de la matière organique ».

La courbe des phosphates et des silicates suit à peu près celle de l'acide carbonique. Les nitrates se trouvent seulement dans la zone végétale ou zone photosynthétique.

L'ensemble des observations faites dans le Pacifique oriental conduit à admettre en profondeur des eaux *relativement* stagnantes en certaines régions : golfe de l'Alaska, golfe de Panama, golfe de Californie. Mais ces stagnations ne sont jamais absolues. Les savants américains ne parlent pas d'eaux fossilisées; pour eux, de telles conceptions semblent hors de cause.

En revanche, ils s'attachent avec beaucoup d'attention aux variations diurnes et saisonnières de l'oxygène en surface et en subsurface. En particulier, pour les variations diurnes, pendant les mois de printemps et d'été, le maximum d'oxygénation fut toujours obtenu au cours des après-midi, et le minimum dans la période qui précède le lever du soleil. Cela s'explique par les changements d'équilibre entre le *processus photosynthétique* et le *processus de respiration* des animaux marins. Le premier, producteur d'oxygène, domine aux heures lumineuses de la journée. Le second, consommateur d'oxygène, domine pendant la nuit [18].

Comparant les observations faites dans le Pacifique à celles qui ont été faites dans l'Atlan-

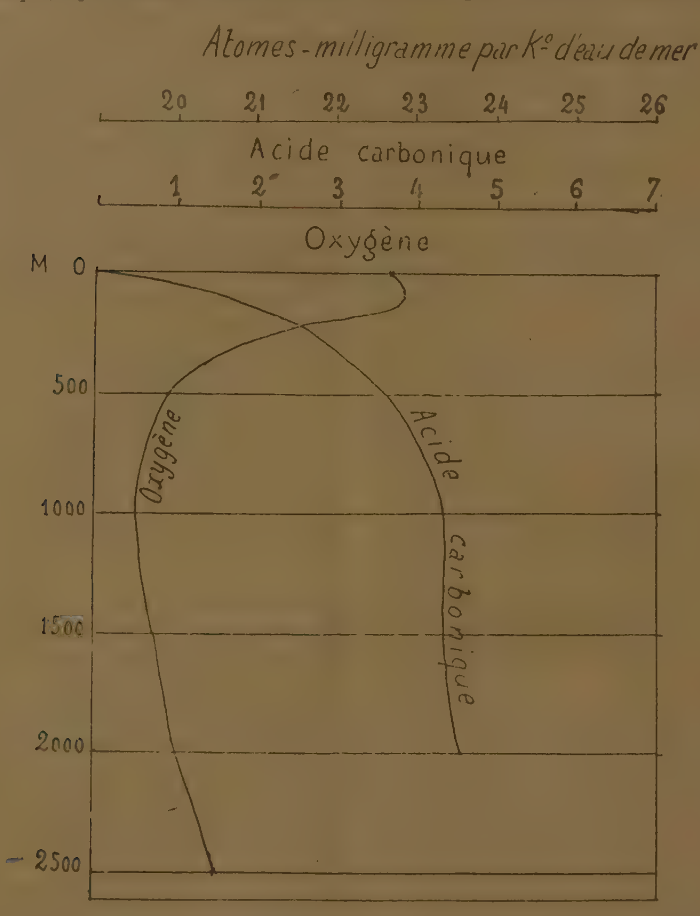


Fig. 3. — L'oxygène et l'acide carbonique dans le Pacifique, à l'O. de l'île Vancouver.

17. V. fig. 3.

18. Bull. of the Nat. Research Council, *Physics of the Earth, V, Oceanography*, Washington, 1932, p. 162.

tique, Erik G. Moberg remarque qu'en zones profondes, les valeurs de *minima* et de *maxima* d'oxygène dissous de l'Atlantique sont toujours supérieures à celles du Pacifique : par exemple, à 800 mètres, 0.24 et 0.53 cm³ pour le Pacifique, 3.5 cm³ pour l'Atlantique; à 3.000 mètres, 2.4 cm³ pour le premier, 5.5 cm³ pour le second. En outre, l'oxygénation de l'Atlantique en zone profonde est souvent supérieure à celle de la surface, comme l'indiquent les courbes de Wattenberg; jusqu'ici, on n'a rien constaté de pareil pour le Pacifique.

Faut-il, se demande Moberg, en conclure qu'il y a dans le Pacifique une consommation d'oxygène supérieure déterminée par une activité plus grande de la vie animale ? « Il est plus probable, ajoute-t-il, que les eaux profondes du Pacifique sont séparées de la surface depuis des périodes plus longues que celles de l'Atlantique »[19].

Cependant, Harvey remarque que dans le golfe de Panama, si pauvre en oxygène, il y a une très grande richesse de vie animale; au contraire, de l'autre côté de l'isthme, dans l'Atlantique, où il y a une forte saturation d'oxygène dans les couches profondes, « l'abondance de la vie est fort loin d'approcher de celle qui existe du côté pacifique »[20].

IV. — Interprétations.

En étudiant les causes des variations de l'oxygène dissous, on peut admettre que trois ordres d'interprétation sont possibles : l'interprétation statique, l'interprétation dynamique et l'interprétation biologique.

L'interprétation statique a égard aux différences de faculté d'absorption de l'oxygène par l'eau de mer, selon ses caractères de température, de salinité et de pression.

L'interprétation dynamique fait intervenir les mouvements profonds en relation avec ceux de la surface; de tels mouvements seraient de nature à expliquer, non seulement les variations, mais la généralité de l'indice d'oxygénation dans les eaux marines jusqu'aux plus grandes profondeurs.

L'interprétation biologique se fonde sur la production d'oxygène par le phytoplancton (surtout le phytoplancton microscopique, en particulier les diatomées), et sur la consommation d'oxygène par le zooplancton; ce qui amènerait à établir des relations étroites entre l'oxygène dissous et les dosages planctoniques.

Par l'exposé qui précède, on voit que, dans l'Atlantique, les Allemands se sont attachés surtout à l'interprétation dynamique. Dans le Pacifique, les Américains montrent un penchant pour l'interprétation biologique; on le voit en particulier pour leurs études des variations diurnes et saisonnières.

L'interprétation purement statique ou physico-chimique ne paraît pas avoir été retenue jusqu'ici pour l'explication des faits généraux, surtout en profondeur. C'est qu'il y a de l'incertitude sur quelques-unes des relations statiques.

Nous savons, à la vérité, que les eaux chaudes absorbent l'oxygène moins aisément que les eaux froides : au degré de saturation, les premières contiennent presque deux fois moins d'oxygène que les secondes. L'indice salin détermine des effets de même signe, quoique moins accentués : une eau douce à 0° est saturée à 10.06 cm³ d'oxygène par litre; une eau salée à 20 ‰ de chloruration et à 0° est saturée à 7.92 cm³ [21]. Mais sur les effets des grandes pressions de profondeur, nous sommes moins renseignés. Le Dr J. Richard a bien montré que les eaux profondes sous pression ne contiennent pas les énormes concentrations gazeuses que l'on imaginait autrefois. Cependant, dans nos dosages d'oxygène dissous où d'importantes variations se mesurent au $^1/_{10}$ de cm³, l'effet des pressions n'est sans doute pas négligeable.

Il ne saurait être question, du reste, dans l'état embryonnaire où sont des études qui réunissent encore trop peu d'observations, d'adopter une interprétation à l'exclusion des deux autres. Toute interprétation est une hypothèse d'attente, une hypothèse de travail.

Deux grands faits ressortent d'une manière très nette dans les deux grands Océans. Ils ont été reconnus d'une manière non douteuse pour l'un et pour l'autre.

Le premier, c'est l'existence d'un minimum d'oxygénation en profondeur moyenne. Le second, c'est le relèvement de l'indice d'oxygénation en grande profondeur.

Le minimum d'oxygénation se trouve relativement près de la surface (100—500 mètres) sous les latitudes intertropicales. Il descend graduellement en profondeur vers les latitudes froides. Statiquement, ce minimum s'explique, pour les latitudes intertropicales, par la moindre saturation

19. Erik O. Moberg : *Distribution of oxygen in the North Pacific* (Contrib. to marine biology, Stanford University Press, 1930, p. 77).
20. *Physics of the Earth, V, Oceanography*, p. 162.

21. J. P. Jacobsen et M. Knudsen : *Dosage de l'oxygène dans l'eau de mer par la méth. de Winkler* (Bull. Inst. Océanogr. Monaco, n° 390, 1921), p. 5.

de surface. Biologiquement, il pourrait s'expliquer par la disparition totale du phytoplancton en profondeur et l'abondance du zooplancton aux profondeurs moyennes.

Le relèvement de l'indice d'oxygénation en grande profondeur peut s'expliquer statiquement par le refroidissement des eaux profondes et la concentration supérieure d'oxygène sous pression; dynamiquement, par une translation d'eaux froides venues des pôles; biologiquement, par la raréfaction du zooplancton consommateur d'oxygène.

Je ne donne pas de solutions. Je ne fais qu'indiquer des directives. On ne peut, à l'heure présente, faire autre chose.

Camille VALLAUX.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques et chimiques.

Brun (E.) et **Jockey** (E.). — **Chaleur.** Préface de M. Ch. Fabry, *Membre de l'Institut.* — 1 *vol. in-8° de* 488 *pages. Lanore, Paris*, 1936.

Les auteurs exposent l'ensemble des questions relatives à la chaleur qui font partie du programme des classes de mathématiques spéciales; mais ils le font dans un esprit tout différent de celui qui, pendant trop longtemps, a guidé les auteurs de traités à l'usage de ces classes. Ils ont eu par-dessus tout le souci, non de fournir aux élèves des prétextes à des calculs mtahématiques, mais celui de leur faire comprendre exactement le sens et la portée des phénomènes étudiés. Les considérations de thermodynamique et de physicochimie comme celles relatives à la définition des températures absolues, à la notion d'équilibre stable ou métastable, de variance, de déplacement de l'équilibre, jouent dans l'étude des phénomènes le rôle important qui leur convient.

Après le rappel de notions fondamentales relatives à la pression et au travail des forces de pression, à la température et à la quantité de chaleur, les auteurs font une étude générale des équilibres et des diverses lois qui les régissent. Ils envisagent ensuite les fluides au cours d'un certain nombre de chapitres comportant : l'étude expérimentale des fluides dans ses rapports avec les réseaux d'isothermes et la détermination des coefficients α et β, l'étude théorique des gaz parfaits, l'étude théorique des fluides, l'équation de Van der Waals et les états correspondants. Sous le titre général de « solutions » ils ont groupé les propriétés des mélanges des gaz, la vaporisation dans les gaz, les mélanges liquides de deux corps volatils, les solutions saturées et les solutions diluées. Enfin ils ont rassemblé à la fin du livre l'exposé des diverses méthodes de mesures thermométriques et calorimétriques : mesure des températures, étude des dilatations et du thermomètre à mercure, mesures concernant l'équilibre liquide vapeur, liquéfaction des gaz, mesure d'une quantité de chaleur, mesure des chaleurs spécifiques, des chaleurs de transformation et de réaction, détermination des masses moléculaires par des méthodes physiques. Il paraît en effet tout à fait logique de décrire les méthodes de mesure des diverses grandeurs physiques après que le lecteur a acquis les connaissances théoriques intervenant dans ces mesures : c'est là une innovation fort heureuse du point de vue pédagogique de MM. Brun et Jockey, qui s'ajoute aux qualités très solides de leur exposé pour faire de leur ouvrage un traité en tous points excellent méritant d'être apprécié non seulement des élèves des classes de Mathématiques spéciales des Lycées, mais aussi des étudiants de Faculté, des ingénieurs et des techniciens.

A. Boutaric.

*

Hildebrand (Joel H.). — **Solubility of non-electrolytes.** — 1 *vol. in-8° de* 203 *pages, édité à la Reinhold Publishing Corporation, New-York*, 1936. (*Prix* : 4,50 $).

La monographie consacrée par M. Hildebrand, professeur de chimie à l'Université de Californie, à l'étude des solutions et de leurs propriétés, a paru pour la première fois il y a douze ans, sous un titre d'ailleurs moins restreint. L'édition actuelle a dû tenir compte des nombreux progrès accomplis depuis lors dans ce domaine, et elle a été écrite à nouveau en presque totalité. C'est, en effet, au cours de la dernière décade que se sont développées les théories de la polarité des liquides, des écarts entre les solutions réelles et les solutions idéales, etc. C'est aussi pendant la même période que la belle théorie des électrolytes, due à Debye et Hückel a pris son plein développement, et ses conséquences ont atteint une telle ampleur que l'auteur a préféré écarter délibérément de son

sujet l'étude des électrolytes et se cantonner dans celle des solutions non électrolysables.

Après quelques définitions et quelques indications sur le choix des unités, l'auteur rappelle les lois fondamentales des solutions (lois de Raoult, de Henry, de van't Hoff) et en déduit la notion de solution « idéale ». Il étudie ensuite les écarts par rapport aux lois de Raoult, en donnant de nombreux et intéressants exemples. La polarité des solutions est l'objet d'un chapitre spécial, ainsi que l'examen des forces entre molécules non polaires. On passe ensuite aux cas où il y a action chimique entre solvant et corps dissous, ce qui conduit à un chapitre intitulé « Solvation et association ». Les derniers chapitres traitent de la pression de vapeur des mélanges liquides, de la solubilité des gaz et des liquides dans les liquides, de la solubilité des solides non électrolytes, des solutions métalliques et de divers phénomènes accessoires. De nombreux tableaux numériques et des index commodes contribuent à augmenter la valeur de l'exposé. L'auteur a su montrer bien nettement que les chapitres les plus classiques de la chimie physique sont encore fort riches en possibilités théoriques et expérimentales, et que les progrès accomplis depuis dix ans ne représentent encore qu'une étape qui sera certainement dépassée.

E. B.

***

Randall (J.-T.). — **The diffraction of X Rays and Electrons by amorphous solids, liquids and gases** (La diffraction des rayons X et des électrons par les solides amorphes, les liquides et les gaz. — 1 *vol. de* 290 *pages. Chapman et Hall, édit., Londres*, 1934. (*Prix, relié : 21 sh.*)

La théorie de la diffraction des rayons X et des électrons par les cristaux proprement dits est aujourd'hui assez avancée pour donner une image satisfaisante des phénomènes très variés qui ont été observés dans ce double domaine depuis les découvertes de Laue et celles de Davisson et Germer. Il ne manque pas non plus d'exposés très complets qui permettent d'utiliser les données expérimentales pour l'analyse de structures cristallines nouvelles. Par contre, on ne possédait pas, jusqu'ici, d'exposé d'ensemble concernant les modifications subies par les rayons X ou par les électrons à la rencontre de substances imparfaitement cristallines ou dépourvues de toute structure réticulaire (substances microcristallines, réseaux cristallins purement superficiels, substances franchement amorphes, liquides et gaz). Les travaux importants exécutés dans ce domaine, et qui ont leur point de départ dans les recherches de Debye et de Scherrer, n'ont pas abouti jusqu'ici à un ensemble aussi homogène et aussi cohérent que la théorie de Bragg pour les cristaux. Mais leur intérêt augmente de jour en jour parce qu'ils se rapportent pour une large part à des substances d'une importance capitale soit dans l'industrie, soit dans la biologie (noir animal, cellulose, caoutchouc, protéines, etc.). M. Randall a eu la très heureuse idée de rassembler dans ce livre assez compact tous les faits et tous les rudiments d'explication qui ont été découverts dans ce domaine de la physique. A cet égard, son exposé constitue une œuvre de documentation de première utilité, qui sera appréciée non seulement du physicien pur, mais aussi du chimiste, du biologiste et de l'ingénieur. Après des chapitres d'introduction sur la cristallographie par rayons X, l'auteur traite, d'une façon originale, la théorie de la diffraction tant des rayons X que des électrons, par les gaz et les vapeurs. Un chapitre expérimental très approfondi est consacré à la diffraction par les liquides organiques ou inorganiques, purs ou impurs. L'étude aux rayons X des verres, des charbons, du graphite, des fibres organiques, du phosphore, est présentée avec des détails suggestifs et intéressera bien des techniciens. L'application de la diffraction électronique à l'étude des structures superficielles (réseaux à deux dimensions) et des points de transition entre l'état solide et l'état liquide paraîtra d'un réel intérêt au chimiste et au physicien. L'ouvrage se termine par des tables fort bien faites concernant les facteurs de structure atomiques, les rayons ioniques et atomiques, et les fonctions trigonométriques telles que $\frac{\sin x}{x}$, qui interviennent constamment dans l'analyse par les rayons X. L'ensemble de l'ouvrage est clair, présenté avec netteté, et orné de figures fort bien choisies.

Léon Bloch.

***

Timoshenko (S.), *Professeur de Mécanique appliquée à l'Université de Michigan.* — **Théorie de l'Elasticité.** — 1 *vol. in-8° traduit par* A. de Riva Berni, *de* 446 *pages, avec* 203 *fig. Béranger, éditeur. Paris*, 1936. (*Prix : relié*, 130 *fr.*).

M. Timoshenko, qui fut autrefois professeur à l'Ecole Polytechnique de Kiew et qui est actuellement professeur dans une Université des Etats-Unis, est l'auteur d'importants travaux originaux relatifs à la mécanique appliquée. Aussi la *Théorie de l'élasticité*, dont on publie aujourd'hui une traduction française, se distingue-t-elle heureusement des traités d'élasticité ordinaires par le souci constant de l'auteur de ne point se borner à l'exposé des théories mathématiques, mais d'envisager les applications de ces théories à des cas concrets susceptibles d'intéresser les ingénieurs et les physiciens.

Après une introduction destinée à rappeler les définitions et les formules élémentaires relatives aux déformations des solides homogènes et isotropes, les seuls envisagés dans l'ouvrage, l'auteur applique les résultats obtenus à l'étude des tensions et des déformations dans un milieu à deux dimensions,

en envisageant successivement les coordonnées rectangulaires et les coordonnées polaires, les méthodes basées sur l'énergie de déformation et la résolution des problèmes à deux dimensions au moyen de la variable complexe. Après cette étude des problèmes à deux dimensions, il aborde le cas général des milieux à trois dimensions, énonçant tout d'abord les théorèmes généraux, envisageant ensuite les problèmes élémentaires d'élasticité à trois dimensions : torsion, flexion d'une barre prismatique, tensions distribuées symétriquement par rapport à l'axe d'un solide de révolution. L'ouvrage se termine par l'étude de la propagation des vibrations dans les milieux élastiques solides. Signalons qu'il contient l'exposé des méthodes de la photo-élasticité si utiles pour l'étude expérimentale de tant de problèmes pratiques, auxquelles le regretté Mesnager avait consacré en France de fort intéressantes recherches; on y trouve également décrite la méthode basée sur l'emploi des films de savon.

M. Campus, professeur à l'Université de Liége, écrit dans la préface : « L'exposé est à l'emporte-pièce, intuitif et concret, il procède souvent du particulier au général et toujours du simple au complexe, suivant une progression rapide et parfois abrupte, mais toujours particulièrement adéquate au but poursuivi, qui est de faire comprendre et de rendre accessibles aux ingénieurs les problèmes les plus compliqués de l'élasticité et de la résistance des matériaux ». Nous ne pouvons que souscrire à cette appréciation autorisée. On nous permettra cependant de regretter que, dans les applications, l'auteur n'ait pas adopté les unités du système métrique. En France, on comprend assez mal l'obstination avec laquelle les Anglo-Saxons croient devoir se rattacher à un système de mesures bien difficile à défendre, dans lequel les calculs sont compliqués à plaisir. Les lecteurs français ne goûteront que médiocrement l'obligation où ils seront de transformer les livres par pouce carré en kilogrammes par centimètre carré pour se rendre compte de l'ordre de grandeur des tensions qui interviennent. Même si l'auteur avait cru devoir sacrifier aux habitudes de son pays d'adoption, nous aurions souhaité que le traducteur ait fait lui-même les transpositions en unités du système métrique ou du système C. G. S. Nous formons en terminant le vœu qu'il en soit ainsi dans la prochaine édition de ce traité.

A. B.

2° Sciences naturelles.

Perrier (Rémy), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **La Faune de France illustrée,** *fascicule VI*, **Coléoptères,** 2° *partie* (*en collaboration avec* Jean Delphy). — 1 *vol. de* 230 *pages,* 1.100 *figures dans le texte.*

Lorsque s'éveille chez l'adolescent la curiosité des choses de la nature, il éprouve tout d'abord le besoin de savoir comment s'appellent les animaux et les plantes qui frappent ses regards ou qui attirent son attention par quelque singularité de forme ou de coloration ou par un trait de mœurs entr'aperçu. Il peut alors se contenter de noms vulgaires plus ou moins approximatifs. Mais, plus tard, lorsqu'il voudra pénétrer quelque peu dans l'intimité de ces êtres et observer la manière dont ils se comportent, le besoin impérieux se fera sentir de connaître leur nom exact, leurs caractères distinctifs, leur place dans la classification. C'est à ce besoin que répond la Faune de France de M. Rémy Perrier, ouvrage qui représente l'effort le plus efficace qui ait été tenté jusqu'à présent dans notre pays dans le cadre des ouvrages d'initiation.

Son éloge a déjà été fait ici même lors de l'apparition des premiers volumes; mais il est bon de signaler l'un des derniers parus, le fascicule 6 contenant la seconde et dernière partie des Coléoptères. Ce volume, comme le cinquième, intéresse non seulement les entomologistes débutants, mais aussi ceux qui sont déjà spécialisés et auxquels il peut servir dans bien des cas de memento.

Il est entendu que cette faune ne peut être complète, surtout lorsqu'il s'agit de genres nombreux ou de groupes composés d'espèces de très petite taille. Du moins y trouve-t-on les formes que l'on rencontre communément ou qui doivent être connues soit à cause des particularités biologiques qu'elles présentent, soit par suite de leur rôle économique. Toutefois si l'on ne peut exiger d'un tel ouvrage qu'il soit complet, on doit lui demander de ne pas laisser ignorer les lacunes que, nécessairement, il contient. Cette faute a été évitée, sauf de très rares exceptions imputables à quelque omission presque inévitable dans la masse de recherches bibliographiques que comporte la rédaction d'une faune.

En ce qui concerne la nomenclature, l'auteur a adopté une règle de priorité mitigée, conservant les noms qu'un long usage a consacrés, dans le cas de défaut d'entente sur ceux qui doivent les remplacer.

Des dessins très nombreux et très instructifs sont adjoints aux tableaux synoptiques et en facilitent singulièrement l'usage.

P. Lesne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Juillet 1936 (suite).

3° Sciences naturelles. — M. **Pierre Marie** : *Sur la Microfaune crétacée du sud-est du Bassin de Paris.* La microfaune crétacée du Bassin parisien est analogue à celles des divers bassins situés au nord du géosynclinal alpin et aussi pendant le Crétacé moyen à celle des régions mésogéennes. Ce fait peut être attribué aux facilités de communications créées entre les divers bassins par la transgression cénomanienne. — M. **Lucien Cayeux** : *Structure réticulée de la silice, observée dans des phtanites précambriens et des phosphates* suessoniens. 1° Les phtanites de la région de Bréhec (Finistère) présentent un réseau très régulier et qui se retrouve dans toute la masse de la roche mère. Cette structure réticulée est d'origine inorganique et secondairement acquise. Elle résulte de la combinaison de deux silices dont la première peut être soit du quartz, soit de la calcédonite et dont la deuxième se rapporte à l'opale. 2° Le réseau des phosphates dits *suessoniens*, de Metlaoui (Tunisie) est moins apparent et est formé de mailles plus petites. Il est entièrement formé d'opale qui réalise là deux faciès distincts. — M. **Marcel Roubault** : *Sur la radioactivité de quelques sources sauvages de la Kabylie de Collo (département de Constantine, Algérie).* Etude d'une série de huit sources, toutes froides. Les sources du Djebel Goufi et de Bessombourg sont dans les schistes éocènes; les autres sourdent en pleine masse granitique et il est intéressant de remarquer que les seules sources ayant montré une radioactivité notable appartiennent à cette dernière catégorie. Ce sont des sources de fracture, situées très près de la crête topographique et à une altitude élevée. Cette position assez paradoxale est fréquente dans les zones granitiques de la Kabylie de Collo. M. **Charles Bois** : *Sur les séismes à foyer anormalement profond* M. **Paul Corsin** : *Phylogénie des Inversicaténales.* L'analyse du système vasculaire foliaire des quatre genres étudiés, à savoir : *Botryopteris*, *Grammatopteris*, *Anachoropteris* et *Tubicaulis* montrent que toutes les Inversicaténales sont des Fougères protostéliques, c'est-à-dire dérivées de formes ancestrales dont toutes les parties du corps renfermaient une protostèle à pôle central.

Les trois formes, *B. antiqua*, *G. Bertrandi* et *A. Gilloti*, constituent en quelque sorte l'arête cardinale qui relie les quatre genres entre eux. M. **Paul Bertrand** : *Quatre observations fondamentales pour la compréhension de l'organisation des végétaux vasculaires.* 1° La trace foliaire des végétaux vasculaires anciens ou primitifs, au moment de son émission aux dépens de la stèle caulinaire et souvent sur un parcours plus ou moins long, offre des caractères ancestraux. 2° Les faisceaux limbaires, c'est-à-dire ceux qui parcourent le limbe de la feuille pour lui apporter l'eau et les matières dissoutes, n'offrent en principe aucun caractère ancestral. 3° Même observation au sujet de la racine. Il y a correspondance parfaite entre la structure et la fonction à assurer. 4° La structure de l'appareil radical est indépendante de celle des organes supports (tiges et pétioles). — L'application correcte et judicieuse de ces quatre règles permet de découvrir l'origine et d'établir la phylogénie des végétaux vasculaires. — M. **Roger Heim** : *Sur la phylogénie des Lactério-Russulés.* — Mlle **Jane Manuel** : *Sur la sexualité* d'Hansenula Saturnus *et de quelques espèces du genre Saccharomyces.* Dans toutes les espèces du genre *Saccharomyces* étudiées la conjugaison peut se produire entre les ascopores elles-mêmes, mais le plus souvent, elle a lieu entre les premières cellules haploïdes issues de la germination des ascopores. Il en est de même dans *Hansenula Saturnus*, avec cette différence que la conjugaison s'opère dans cette dernière Levure généralement à un stade moins précoce, la phase haploïde est donc moins longue que pour les précédentes. Enfin toutes ces Levures sont homothalliques. — M. **Marin Molliard** : *Le rendement des plantes vertes en fonction de la teneur de l'atmosphère en oxygène.* On sait que le poids de substance sèche élaborée dans un temps donné s'abaisse régulièrement lorsque la teneur de l'atmosphère en O augmente par rapport à la valeur qu'elle présente dans l'air. Par contre la récolte est très nettement augmentée pour des teneurs en O inférieure à 20 pour 100, et elle présente un maximum pour une teneur de 5 pour 100. Les teneurs relativement élevées en oxygène apparaissent comme ayant une action défavorable sur le pigment chlorophyllien qui se trouve subir une oxydation marquée; ce fait est en rapport avec la coloration des feuilles qui sont d'un vert d'autant plus intense que la pression de l'oxygène se rapproche de 5 pour 100. — MM. **Marcel Mascré** et **René Raymond Paris** : *Action comparée des vapeurs d'acroléine sur la structure cellulaire et sur la composition glucidique de quelques tissus végétaux.* Lorsque des feuilles (Aucuba, Troène, Laurier-cerise), sont soumises à l'action de l'acroléine on constate qu'il y a parallélisme entre la destruction du chrondriome et le déclenchement des phénomènes diastasiques contrôlés par l'émulsine, sans qu'on ait le droit, cependant, de voir là une relation de cause à effet. Les rapports sont moins nets en ce qui concerne l'hydrolyse des principes tributaires de la sucrase. La plasmolyse, qui n'est que tout à fait exceptionnelle, ne paraît pas intervenir dans ces phénomènes. — M. **Antoine de Cugnac** : *Sur l'obtention expérimentale d'hybrides interspécifiques dans le genre* Bromus L., *et quelques considérations systématiques qui s'y rapportent.* Les hybrides résultant des croisements réciproques *Br. sterilis B×r. madritensis*, se rapprochent nettement par la plupart de leurs caractères de *B. madritensis*. Pourtant, alors que *B. madritensis* possède deux étamines et que *B. sterilis* en possède trois, comme la plupart des Graminées, l'hybride présente, suivant les fleurs soit deux, soit trois étamines. Les hybrides se

sont montrés stériles, mais ils ont put être fécondés par pollinisation avec *B. stérilis*. La stérilité ne porte donc que sur le pollen. Enfin chez des hydrides provenant de *B. sterilis* ♀ × *B. macrantherus* ♂ les caractères de *B. sterilis* se trouvent encore dominés, sauf pour les étamines. Les plantes issues de ce croisement sont morphologiquement indiscernables de la soi-disant « espèce » *B. Gussonei*, dont l'origine hybride se trouve donc ainsi presque prouvée. — M. **Désiré Leroux** : *Influence de la trituration des sols agricoles sur la teneur de leur extrait aqueux en principes fertilisants essentiels*. 1° La trituration des sols élève la teneur en électrolytes et en matières organiques solubles, fait en rapport avec l'activité biologique plus intense des sols émiettés. 2° Elle produit une augmentation du taux de K^2O soluble parfois assez marquée. 3° Elle est sans influence sensible sur P^2O^5. 4° Elle augmente la production des nitrates. — M. **Robert Castagné** : *Amélioration de la technique.* — M. **Emile Haas** : *Comparaison entre l'énergie d'une radiation simple et celle d'un mélange de radiations de même aspect visuel*. Les mélanges de deux couleurs spectrales déterminent une perception identique, à la saturation près, à celle causée par une couleur spectrale pure ; mais l'énergie dépensée sur la rétine est-elle la même dans les deux cas ? L'auteur a entrepris des expériences directes avec un dispositif instrumental nouveau décrit dans la présente note. La couleur simple choisie était le jaune voisin de 0,μ588, et pour le mélange un rouge de λ voisin de 0,656 et un vert de λ voisin de 0,546. Le rapport de l'énergie du mélange à l'énergie de la couleur simple, est, en moyenne supérieur à 2. — M. **Charles Lapicque** : *Sur la structure optique du corps vitré*. Les fibres du corps vitré, parfaitement transparentes, sont d'un indice supérieur à celui du liquide vitréen. La différence relative d'indice entre les fibres et le liquide peut n'être que de 3/10000 pour certaines fibres juste perceptibles ; toutefois, cette différence relative doit être de l'ordre de 3/1000 pour la plupart des fibres perçues. — M. **R. Jonnard** : *Etude interférométrique de la réfraction du sérum sanguin en fonction de la concentration*. — L'indice de réfraction du sérum sanguin varie selon une représentation linéaire pour les concentrations comprises entre 100 pour 100 et à peu près 20-30 pour 100. Pour des concentrations plus faibles seulement, la dilution semble entraîner une modification de sa structure physicochimique se traduisant par un changement dans l'allure de la variation de l'indice de réfraction, qui n'est plus relié à la concentration par une relation linéaire. MM. **Stig Veibel** et **Erik Nielsen** : *Un cas de β-glucoside non hydrolysable*. — M. **Jean Roche** et Mlle **Marie-Thérèse Benevent** : *Sur les hématines des cytochromes a*. Les hémochromogènes des cytochromes a_1 et a_2 sont très voisins sinon identiques. Le spectre de l'hémochromogène du cytochrome a présente une très grande analogie avec celui du ferment respiratoire de Warburg. Il existe donc, comme on le pressentait, une relation de constitution entre les cytochromes a et le ferment respiratoire. — MM. **Théophile Cahn** et **Jacques Houget** : *Sur l'utilisation des glucides dans le diabète expérimental*. L'animal diabétique, tout comme l'animal normal, accumule des réserves d'hydrates de carbone dans ses muscles, les utilise au cours du travail en les transformant en acide lactique qui est oxydé *in situ* ou transporté au foie. Du point de vue de l'utilisation périphérique des glucides l'animal diabétique est donc un animal normal. Mais, contrairement à l'animal normal, le diabétique ne met en réserve dans son foie que de faibles quantités d'hydrates de carbone ; c'est peut-être pour cette raison qu'il est incapable de maîtriser les glucides formés constamment au cours de son métabolisme, défaillance qui se traduit par l'hyperglycémie et la glucosurie. — M. **Serge Winogradsky** : *Nouvelles recherches sur la morphologie et la physiologie des Azotobacter du sol*. Les Azotobacter ne se multiplient activement qu'en l'absence d'azote combiné et utilisent de préférence comme aliments organiques les déchets des fermentations banales (alcools éthylique et butylique, acétates, propionates, butyrates, etc. .). Il en existe plusieurs espèces qui diffèrent par la nature de l'aliment préféré. Le cycle des Azotobacter comprend une forme jeune, mobile, une forme adulte, une forme âgée et enfin des kystes qui remplissent le rôle de spores. — MM. **Gaston Ramon** et **André Staub** : *Sur un nouveau procédé de vaccination charbonneuse*. Le vaccin est préparé à partir d'une culture richement sporulée de la bactéridie amenée au degré d'atténuation correspondant au premier vaccin de Pasteur, Chamberland et Roux, et additionnée de gélose et d'alun (1 pour 100). Dès le cinquième jour après l'injection unique de vaccin, l'immunité est déjà effective ; elle se montre par la suite, solide et durable.

Séance du 15 *Juillet* 1936.

M. le Président annonce le décès de M. **F. Wallerant**, membre de la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Bernstein** : *Sur quelques propriétés extrémales des intégrales successives (correction)*. — M. **Ch. Pisot** : *Sur certaines propriétés caractéristiques des nombres algébriques*. — M. **Farid Boulad Bey** : *Sur les formes canoniques des équations d'ordre nomographique 6 et 5 représentables par des nomogrammes à échelles symétriques*. — M. **C. Pauc** : *Directions, contingent et paratingent dans les espaces distanciés*. — M. **V. A. Kostitzin** : *Sur les équations différentielles du problème de la sélection mendélienne*. L'auteur établit des équations différentielles rendant compte de la lutte pour la vie entre deux variétés ou deux races de la même espèce donnant des hybrides féconds et en tire les conclusions biologiques. — M. **G. Arrighi** : *Sur l'expression de l'énergie d'accélération*. L'auteur donne cette expression pour un solide mobile dans le cas le plus général.

2° Sciences physiques. — M. **J. J. Trillat** et Mlle **R. Vaillé** : *Recherches sur l'onctuosité des huiles minérales de graissage*. La simple filtration modifie d'une façon profonde la constitution moléculaire d'une huile et lui enlève la plus grande partie de ses constituants actifs, qui sont justement les plus importants pour l'onctuosité. Ce qui s'adsorbe sur les surfaces métalliques et les filtres, ce sont les seules molécules douées d'un moment électrique permanent (acide oléique), fixées sélectivement à

la surface de l'adsorbant. — Mme **H. Emmanuel-Zavizziano** et M. **M. Haïssinsky** : *Sur l'électrolyse des solutions de sels de titane.* L'électrolyse des solutions de Ti^{IV} permet, suivant les conditions, de préparer des composés de Ti^{II}, Ti^{III}, Ti IV et de l'acide pertitanique. — M. **M. Kantzer** : *Absorption optique des vapeurs du dichlorure et de l'oxychlorure de tellure.* — MM. **P. Lambert** et **J. Lecomte** : *Description d'un spectromètre enregistreur à réseau, son emploi pour la détermination des spectres d'absorption de dérivés benzéniques dans la région de 3000 cm^{-1}.* — MM. **A. Boutaric** et **J. Bouchard** : *Etude du pouvoir fluorescent de quelques solutions fluorescentes excitées par les radiations ultraviolettes.* Les diverses particularités expérimentales de la fluorescence des solutions sous l'influence d'une excitation ultraviolette s'interprètent dans tous les détails en admettant pour représenter la variation du pouvoir fluorescent en fonction de la concentration la loi de Francis Perrin. — Mlle **Y. Cauchois** : *Etude des spectres L d'émission et d'absorption du rhénium* (75). — M. **M. Lecoin** : *Sur la forme du spectre continu β du radium E.* La forme du spectre continu β du Ra E, étudié au moyen de la chambre de Wilson placée dans un champ magnétique, s'écarte très notablement des formes trouvées par la méthode des coïncidences. — M. **Ch. Haenny** : *Sur le rayonnement secondaire émis sous l'action des neutrons.* Le gadolinium irradié par des neutrons lents est susceptible de donner un rayonnement γ très intense, d'une énergie de 7 à 8 M e v. — MM. **M. E. Nahmias** et **R. J. Wahlen** : *Sur quelques périodes courtes en radioactivité artificielle.* — MM. **H. Muraour** et **G. Aunis** : *Etude des lois de combustion des poudres colloïdales.* Dans la combustion en vase clos d'une poudre qui, d'après sa forme géométrique, doit brûler à surface d'émission constante, la vitesse d'accroissement de la pression ($\partial p/\partial t$) est à tout moment, sauf au début de la combustion, proportionnelle à la pression. — Mlle **N. Klein** : *Sur la transformation dans le verre.* Pour un borosilicate crown, il existe un état d'équilibre pour chaque température (à pression constante), caractérisé par une proportion déterminée des deux variétés allotropiques α et β qui subsiste indéfiniment à la température considérée. La transformation devient d'autant plus lente qu'on se rapproche de cet état. — Mlle **V. Deutsch** : *Adsorption de protéides. Recherches sur l'hémoglobine cristallisée de cheval.* Dans le domaine de concentrations examiné, les cations $Ba^{++} < Na^{+} < K^{+}$ diminuent l'adsorption de l'hémoglobine cristallisée de cheval par le kaolin, et d'autant plus fortement que la concentration en ions est plus grande. — MM. **Ed. Rencker** et **P. Dubois** : *Sur les hydrates du sulfate manganeux.* Par l'étude de la déshydratation à l'aide d'une balance analyseur thermique et à l'aide du dilatomètre, les auteurs montrent que les seuls hydrates de $MnSO^4$ dont l'existence est certaine sont ceux à 7, 5, 4, 3 et 1 moléc. d'eau. Les hydrates à 4 et surtout 3 mol. d'eau semblent difficiles à obtenir à l'état pur. — M. **Alf. Maillard** : *Sur le système monométhylamine-chlorure de calcium.* Les mesures tensimétriques et volumétriques établissent l'existence de quatre combinaisons moléculaires entre 1 mol. de $CaCl^2$ et 2, 4, 6 et 8 mol. de CH^3. NH^2. — MM. **G. Bertrand** et **L. de Saint-Rat** : *Sur une nouvelle réaction colorée du cuivre et de l'urobiline.* L'urobiline permet de déceler et même de doser colorimétriquement de très petites quantités de Cu dissoutes dans l'eau, même en présence de métaux étrangers. La réaction est des plus sensibles (coloration allant du rose au pourpre), car elle se produit encore lorsqu'il n'y a qu'un dix-millième de mgr. du métal dans 1 cm^3 de solution. Inversement les sels de Cu peuvent servir comme réactif d'identification de l'urobiline. — M. **G. Bertrand** : *Sur la xylite pentaacétique.* Le corps obtenu par l'auteur il y a 3 ans a fini par cristalliser et a été purifié. Il fond à 60°. Son pouvoir rotatoire en solution alcoolique est nul. — M. **R. Lespieau** : *Synthèse de la 2-arabite.* Ce corps a été préparé en partant de la dichlorhydrine 1. 2 de la glycérine acétylénique CH^2OH. CHOH. CHOH. C ≡ CH, et obtenu à l'état de pentacétine, F. 96°-96°5. — M. **M. Meyer** : *Nouvelle méthode de préparation des éthers diéthoxysucciniques.* L'éther éthoxymalonique sodé réagit sur l'éther éthoxymalonique bromé en donnant un éther tétracarbonique qui, saponifié, donne un tétracide qui perd 2 CO^2 par chauffage en fournissant un mélange des stéréoisomères de l'acide diéthoxysuccinique. — M. **L. Enderlin** : *Contribution à l'étude de l'oxydabilité réversible des composés organiques. Sur l'isoxy-bis-(p-bromphényl)-di-phénylnaphtacène.* — M. **L. Denivelle** : *Le sulfate d'o-phénylène ou sulfurylpyrocatéchine.* En milieu benzénique desséché, $SOCl^2$ réagit sur le dérivé monosodé de la pyrocatéchine en donnant de la pyrocatéchine chlorée et son dérivé monochlorosulfonylé qui se transforme quantitativement en sulfate d'o-phénylène par simple chauffage avec la pyridine. — MM. **Ch. Courtot** et **M. G. Bastani** : *Introduction à l'étude de la chimie du tellurure de diphénylène.* $TeCl^4$ réagit sur le diphényle entre 140° et 200° en donnant le diphénylènetellure dichloré. Traité par le métabisulfite de K, il se transforme en diphénylènetellure, F. 91°-92°.

3° Sciences naturelles. — Mlle **Berthe Delaporte** : *Recherches cytologiques sur le groupe des Coccacées.* — M. **William Henri Schoppfer** : *Recherches sur le métabolisme de l'azote d'un microorganisme.* 1° Etude des teneurs en azote des thalles des *Phycomyces* à divers stades de leur développement. Les cultures sont faites avec des doses variables de vitamines de croissance (vitamine B1 cristallisée) et diverses sources d'azote (asparagine ou peptones diverses, urée, ammoniaque, etc.). On constate que le taux d'azote baisse régulièrement jusqu'à obtention de la culture maximum pouvant être produite en présence d'une dose donnée de facteur de croissance; 2° même dans le cas d'une culture au maximum de son développement, le milieu est loin d'être épuisé en azote; 3° à partir du moment où la culture cesse d'augmenter de poids, la teneur en azote reste relativement constante; 4° la diminution du taux d'azote va de pair avec l'émersion croissante du thalle émergé et la production de chitine; 5° chaque stade du développement, conditionné par une dose précise et différente de vitamine, est caractérisé par une teneur différente en azote. — M. **Charles Chabrolin** : *La germination des graines de l'Orobanche de la Fève.* L'auteur a démontré expéri-

mentalement que les racines des plantes qui font germer les graines de l'Orobanche de la Fève laissent exsuder une substance que l'on peut entrainer par l'eau et qui provoque la germination des graines de l'Orobanche en l'absence de toute racine. — M. **Paul Bertrand** : *Sur les plantules des Angiospermes, des Fougères et des Lycopodes*. La notion de *conservation des stades juvéniles* est fondamentale. Elle seule permet d'expliquer l'apparition soudaine des Angiospermes et des Mammifères. Les premières sont sans doute issues directement d'Algues unicellulaires mais sont passées par un stade juvénile filamenteux. Les seconds seraient passés par un stade larvaire analogue à celui des petites anguilles, nées dans la profondeur des mers. La notion d'*homoplasie* est également d'une importance capitale : elle explique pourquoi des multitudes d'êtres réalisent la même organisation générale. De la mer, le grand réservoir de matière vivante, sont sortis tous les êtres vivants qui peuplent la surface des continents. — MM. **Francis Rathery**, **André Choay** et **Pierre de Traverse** : *Action comparée de l'insuline et du principe hypoglycémiant du jénunum chez le chien dépancréaté*. Chez le chien dépancréaté, le principe jéjunal hypoglycémiant détermine une chute progressive et profonde de la glycémie. Si l'on compare chez le même animal, les effets du principe hypoglycémiant et de l'insuline on observe des résultats assez équivalents. Pourtant la chute avec l'insuline est plus rapide, la dénivellation globale étant cependant moins forte. De plus si l'on examine les effets tardifs sur la glycémie et la glycosurie, l'action du principe jéjunal parait plus prolongée. — M. **Raymond-Hamet** : *Sur une nouvelle méthode de mise en évidence du pouvoir sympathicolytique*. Le dérivé éthylaminé correspondant à l'adrénaline permet au pharmacologiste de mettre en évidence l'acitivité sympathicolytique des substances qui, diminuant l'excitabilité des vasodilatateurs adrénalinosensibles beaucoup plus fortement que les sympathicolytiques vrais, ne peuvent inverser l'hypertension produite par les doses moyennes d'adrénaline dont l'action sur les vasodilatateurs est relativement beaucoup plus faible. — MM. **Gustave Guittonneau** et **René Chevalier** : *Sur l'utilisation de l'acide salicylique comme aliment énergétique par les Azotobacter du sol*. 1° L'étude du comportement des Azotobacter du sol sur des milieux électifs au salicylate de sodium montre que les différentes souches ou races d'Azotobacter des sols semblent inégalement adaptées à l'attaque et à l'utilisation du salicylate. 2° Etude des réactions des Azotobacter du sol à un apport de salicylate dans le milieu naturel. Cet apport provoque dans des terres types un accroissement net du nombre et de l'importance des colonies des coccus moyens de la florule autochtone. 3° Enfin, à l'aide d'une culture pure d'Azotobacter les auteurs ont démontré que les fixateurs aérobies peuvent utiliser directement le salicylate sans le secours d'aucune bactérie spécifique des phénols. — MM. **Anthelme Rochaix** et **Pierre Rivollier** : *Sur une dissociation du staphylocoque*. A partir du staphylocoque doré les auteurs ont pu obtenir une dissociation en deux types A et B qu'ils ont élevé séparément en culture pure. Le type A, est seul à donner des colonies présentant un pigment jaune doré, le type B en est totalement dépourvu. Ce fait parait résoudre la question de la nature (variétés ou espèces) des staphylocoques jaunes dorés et des staphylocoques blancs. Il parait s'agir pour les staphylocoques *flavus*, *aureus* et *cereus-albus*, de types de dissociation qui se produiraient spontanément *in vivo* comme *in vitro*. Le type A a une valeur antigène supérieure à celle du type B et secrète vraisemblablement une toxine plus active. On aurait donc avantage à obtenir et à utiliser des types A pour la préparation des vaccins et de l'anatoxine.

SOCIETE ROYALE DE LONDRES

Séance du 30 Janvier 1936.

Sciences naturelles : **R. A. Mc Cance** : *Déficience expérimentale du chlorure de sodium chez l'Homme*. — Trois individus ayant été soumis à un régime alimentaire ne comportant que de minimes quantités de chlorure de sodium, présentèrent une importante déficience de sodium et différents symptômes : perte de goût, extrême faiblesse, fatigue, crampes. Tous ces symptômes reproduisent cliniquement et expérimentalement la maladie d'Addison ; pourtant, il y a quelques différences; par exemple, on n'observe aucun abaissement de la pression sanguine. Si on restitue le chlorure de sodium à l'organisme, le poids s'élève, la teneur du sang en urée tombe, et la santé revient. — **D. Y. Solandt** : *Mesure de l'accommodation des nerfs*.

Séance du 13 Février 1936.

L. Hogben et **D. Slome** : *Système effecteur pigmentaire* (7 et 8). Des expériences dans lesquelles on a comparé les effets d'éclairage venant d'en-haut et d'en bas, ainsi que les effets d'éclairage avec des lumières monochromatiques de différentes longueurs d'ondes, montrent que la réponse chromatique visuelle des Vertébrés dépend d'éléments rétiniens localisés et distincts. Chez les Cyclostomes, Elasmobranches et Amphibiens, l'ablation de la glande pituitaire entière ou seulement d'une partie de cette glande (lobe neuro-intermédiaire chez les Elasmobranches et Amphibiens) supprime la réponse sur fond noir. Les rapports quantitatifs, basés sur l'index mélanophore, montrent que la pâleur extrême résulte plutôt de l'ablation du lobe neuro-intermédiaire seul, que de la suppression du lobe neuro-intermédiaire et de la pars tuberalis. Ceci montre une fois de plus qu'il existe dans le pars tuberalis de l'Amphibien un deuxième constituant humoral : la substance W. — **C. H. Waddington**, **J. Needham**, **W. W. Nowinski**, **R. Lemberg** et **A. Cohen** : *Etudes sur la nature du centre organisateur de l'Amphibien*. (4) *Expériences plus poussées sur la nature chimique de l'évocateur*.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.—12-36.